ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1902.

PRÉSIDENCE DE M. BOUQUET DE LA GRYE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

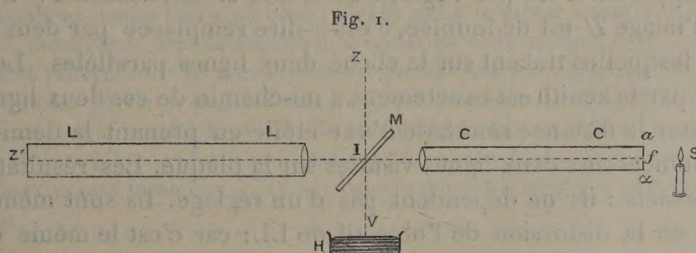
ASTRONOMIE. — *Appareil pour mesurer les variations des petites distances zénithales.* Note de M. **G. Lippmann.**

« Le problème de la variation des latitudes exige des mesures très précises de distances zénithales. Plusieurs auteurs ont proposé, pour ces mesures, des instruments spéciaux destinés à éviter les causes d'erreur et corrections propres à la lunette méridienne.

» L'appareil que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie a le même objet. Il rend le zénith visible à chaque instant dans le champ d'observation sous la forme d'une étoile artificielle qui brille parmi les étoiles réelles. Il présente les avantages suivants : 1° il peut fonctionner sans réglage et même sans stabilité ; 2° il permet de remplacer l'observation visuelle par la photographie. La photographie fournit, comme repères, de nombreuses étoiles de diverses grandeurs, en plus des étoiles peu nombreuses sensibles à la vue ; et l'on sait d'ailleurs que la mesure d'un cliché donne des résultats plus exacts que l'observation visuelle.

» L'appareil se compose essentiellement (*fig.* 1) d'un bain de mer-

Fig. 1.



cure H, d'un collimateur CC éclairé par la source S, d'un miroir plan M en verre argenté, enfin de la lunette d'observation LL. La fente du colli-

mateur est un petit trou ou bien un petit trait horizontal tracé sur l'argenture d'une glace argentée *aa* qui occupe le plan focal du collimateur. Le miroir M projette dans la lunette LL l'image de la portion zénithale du ciel; en même temps les rayons émanés du collimateur traversent l'argenture, qui est quelque peu transparente, et vont former dans le plan focal de LL l'image Z′ du point *f*, de sorte que dans le plan focal de LL on a à la fois les images des étoiles et l'étoile artificielle Z′.

» Le système ainsi constitué jouit des propriétés suivantes : 1° dans le cas particulier où le faisceau IV réfléchi par le miroir M sur le bain de mercure est vertical, l'image Z′ est l'image du zénith; 2° si le faisceau IV n'est pas vertical, l'image Z′ est dédoublée, c'est-à-dire remplacée par deux images Z_1, Z_2; dans ce cas la place du zénith est le point milieu de la droite $Z_1 Z_2$. Il s'ensuit que l'on connaît toujours la position du zénith soit par un point unique, si le réglage en verticalité existe, soit par une bissection, si l'appareil est déréglé.

» Pour faire des mesures visuelles, il faudrait munir la lunette LL d'un oculaire avec micromètre, et mesurer les distances des étoiles au point Z′, ou au couple $Z_1 Z_2$, qui demeurent fixes dans le champ.

» Pour opérer par la photographie, il faut munir la lunette d'un châssis avec plaque sensible, et lui donner un mouvement parallactique pour lui faire suivre les étoiles. On obtient comme résultat de l'opération un cliché pareil à ceux de la Carte du ciel, que l'on munira en outre d'un système de coordonnées rectangulaires. Le point Z′ a d'ailleurs parcouru la surface du cliché et a tracé en travers une ligne fine. Cette ligne fine qui coupe le cliché est le parallèle décrit par le zénith du lieu de l'observation.

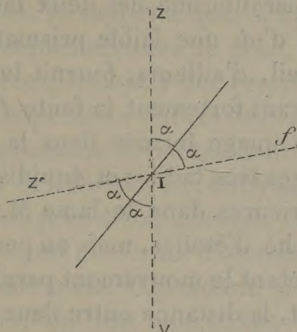
» Il suffit donc de mesurer le cliché pour avoir les distances des étoiles audit parallèle.

» Si l'appareil n'est pas réglé, c'est-à-dire si le faisceau IV n'est pas vertical, l'image Z′ est dédoublée, c'est-à-dire remplacée par deux images Z_1 et Z_2, lesquelles tracent sur le cliché deux lignes parallèles. Le parallèle tracé par le zénith est exactement à mi-chemin de ces deux lignes. On obtient donc la distance zénithale d'une étoile en prenant la demi-somme de ses distances aux deux lignes visibles sur la plaque. Les résultats obtenus sont exacts : ils ne dépendent pas d'un réglage. Ils sont même indépendants de la distorsion de l'objectif de LL; car c'est le même objectif qui produit l'image du Ciel et celle des points zénithaux.

» Il reste à démontrer les propriétés optiques de l'appareil visées plus haut. Soient *f* I et IV les directions des deux faisceaux incidents et réfléchis sur le miroir M (*fig.* 2).

» Prolongeons ces directions suivant IZ et IZ′; d'après les lois de la réflexion, le plan du miroir est un plan de symétrie pour ces deux droites. Donc les prolongements IZ et IZ′ ont également les positions relatives de deux rayons incidents et réfléchis, c'est-à-dire que, si IZ était un rayon incident, IZ′ serait le rayon réfléchi.

Fig. 2.



» Dans le cas où IV est vertical, son prolongement passe par le zénith. D'après ce qui précède, un faisceau lumineux tombant du zénith fournirait, par réflexion, le faisceau IZ′. Donc l'image Z′ fournie dans une lunette d'observation par ce dernier faisceau coïncide rigoureusement avec l'image réfléchie du zénith.

» Quand le faisceau IV est vertical, il est renvoyé sur lui-même par le bain de mercure; en rentrant dans le collimateur, il produit dans le plan focal une image de la fente f qui retombe sur celle-ci : il y a autocollimation. Supposons que ces conditions ne soient plus réalisées : la fente f a une position quelconque f_1. Le faisceau émergent, n'étant plus vertical, donne lieu à un faisceau réfléchi sur le mercure qui ne se superpose plus à lui, mais qui est simplement son symétrique par rapport à la normale. En rentrant dans le collimateur, le faisceau réfléchi par le mercure forme, dans le plan focal aa, une image f_2 de f, distincte de f_1. Or, il faut remarquer que f_2 se comporte à la façon d'une seconde source lumineuse; car les rayons qui convergent au point f_2, lequel se trouve sur l'argenture de la plaque aa, sont renvoyés vers l'objectif du collimateur et le cône incident donne lieu à un cône réfléchi qui a le même sommet. La fente f_1 et le point f_2 fournissent dans la lunette d'observation deux images z_1 et z_2. Les rayons incidents et réfléchis sur le mercure étant symétriques par rapport à la verticale, il s'ensuit que les points f_1 et f_2, d'une part, que les points z_1 et z_2, d'autre part, sont angulairement équidistants du zénith. En résumé, quand il n'y a plus autocollimation, quand le réglage n'existe plus, on obtient dans la lunette LL, au lieu d'une image z du zénith, deux points lumineux z_1 et z_2 symétriquement placés par rapport à l'image du zénith.

» Il est indifférent que la glace argentée soit ou ne soit pas normale à l'axe du collimateur et que sa surface soit imparfaitement plane. Une petite déviation de l'élément sur lequel se forme l'image f_2 ne change pas la place

de cette image : il en résulte simplement que le cône de lumière renvoyé peut ne plus couvrir exactement l'objectif; d'où une faible perte d'intensité lumineuse.

» Par contre, la théorie suppose que le miroir M est plan, ou, ce qui revient au même, qu'il est constitué par une lame à faces planes et parallèles. Or, en fait, le parallélisme des deux faces est rarement réalisé à moins de 2″ ou 3″ près; d'où une faible prismaticité et une correction correspondante. L'appareil, d'ailleurs, fournit lui-même la grandeur de cette correction. En éclairant fortement la fente *f*, on observe, si la lame est prismatique, que son image formée dans la lunette LL est accompagnée d'une série d'images très faibles et équidistantes : ces images sont dues aux réflexions intérieures dans la lame M. Elles sont trop faibles pour marquer sur le cliché d'étoiles, mais on peut les photographier par une pose suffisante en arrêtant le mouvement parallactique. Or, comme on le démontrerait facilement, la distance entre deux images consécutives est égale à la correction due à la prismaticité. »

PHYSIQUE. — *Sur quelques propriétés du rayonnement des corps radioactifs.* Note de M. **Henri Becquerel.**

« 1° *Sur les caractères du rayonnement de l'uranium.* — J'ai montré antérieurement [1] que le rayonnement de l'uranium était dévié par un champ magnétique. L'observation avait été faite par l'action de ce rayonnement sur une plaque photographique; celle-ci ayant été enveloppée de papier noir, on n'avait pu reconnaître s'il existait dans le rayonnement en question une partie non déviable et très absorbable, partie qui est très intense dans le rayonnement du radium, mais qui est arrêtée par le papier noir.

» J'ai repris dernièrement pour l'uranium une disposition expérimentale que j'avais déjà employée pour le radium. Dans le champ uniforme d'un aimant permanent, on place un petit bloc de plomb contenant la matière active tassée dans une fente rectiligne de 1mm de large environ, et orientée parallèlement au champ. Au-dessus de cette source, une fente très fine pratiquée dans du verre ou dans du plomb diaphragme le faisceau émis dans un plan parallèle au champ. Au-dessus de ce système on dispose

(1) *Comptes rendus*, t. CXXX, juin 1900, p. 1584.

une plaque photographique non enveloppée, coupant normalement le plan du faisceau avant sa déviation, et plus ou moins inclinée sur le champ. Si la matière radioactive est spontanément lumineuse, on élimine la lumière en couvrant la source avec une feuille mince d'aluminium de $0^{mm},01$ d'épaisseur, qui laisse passer la presque totalité du rayonnement.

» Dans ces conditions, je rappelle que, si la source est du radium, on observe, au bout de quelques minutes de pose, d'une part une impression rectiligne très forte correspondant à des rayons non déviés par l'aimant, puis, d'autre part, une impression diffuse déviée par le champ, correspondant à des rayons inégalement déviables dont les traces des trajectoires tendent d'autant plus à devenir des circonférences de cercles que la position de la plaque est plus près d'être normale au champ. Si l'on interpose une feuille de papier noir ou une lame d'aluminium de $0^{mm},1$ d'épaisseur, la partie déviable apparaît seule. Cependant, si l'on prolonge l'expérience pendant plusieurs jours, on voit apparaître une impression rectiligne correspondant à d'autres rayons, non déviables et très pénétrants.

» Je rappellerai encore que le polonium n'émet pas de rayons déviables et que le rayonnement de ce produit est arrêté par une feuille de papier.

» J'ai obtenu avec l'uranium, dans les conditions qui viennent d'être décrites, des épreuves qui ont été développées, l'une après 20 jours et l'autre après 42 jours de pose. Le champ magnétique avait une intensité d'environ 1350 unités C. G. S. Les deux épreuves montrent que la totalité du rayonnement actif a été déviée. Bien que la plaque photographique ait reçu le rayonnement sans l'interposition d'aucun écran, il n'y a pas eu trace appréciable d'impression par des rayons non déviables.

» Cette absence d'impression ne permet de rien décider relativement à l'existence de rayons non déviables très pénétrants ; car cette partie du rayonnement est si longue à impressionner une plaque photographique, même avec une source intense comme le radium, qu'il eût fallu vraisemblablement, pour la reconnaître dans le rayonnement de l'uranium, des poses considérablement plus longues que celles qui ont été réalisées.

» Il n'en est pas de même pour la partie non déviable et très absorbable. Celle-ci, avec le radium, donne une impression notablement plus intense que la partie déviable, et, dans les épreuves obtenues avec le rayonnement de l'uranium, elle aurait dû impressionner les plaques photographiques. On doit donc en conclure, ou qu'elle n'existe pas dans le rayonnement de l'uranium, ou que, si elle existe, cette partie

non déviable et peu pénétrante n'est pas émise avec une intensité dont le rapport avec l'intensité de la partie déviable soit du même ordre de grandeur que pour le rayonnement du radium. J'ai reconnu antérieurement (1) qu'une épaisseur de 1^{cm} d'air absorbait plus du tiers de l'activité de l'uranium dans l'ionisation de l'air; il semble donc que, si cette absorption arrêtait la partie non déviable en question, celle-ci eût dû cependant impressionner la plaque photographique dans les régions qui n'étaient qu'à quelques millimètres de distance de la source.

» En faisant, dans des conditions identiques, des épreuves de comparaison avec le radium, on reconnaît que l'impression obtenue avec le rayonnement déviable de l'uranium est due principalement à des rayons semblables à ceux de la partie la moins déviable du rayonnement du radium, caractérisés par des rayons de courbure dont la valeur multipliée par l'intensité du champ magnétique est comprise entre 1500 et 2000 unités C.G.S pour la région du maximum d'impression. L'existence de ces rayons très pénétrants, caractéristiques du rayonnement de l'uranium, est conforme aux résultats que j'avais déjà observés (2).

» Il convient toutefois d'observer que, comme cela se présente pour la position du maximum d'intensité dans les spectres des rayons lumineux, la région du maximum d'impression dépend à la fois de l'activité propre de chaque rayon simple et de la loi de dispersion par le champ, c'est-à-dire de la manière dont l'énergie est distribuée sur chaque unité de surface de la plaque, et dont elle est absorbée par la matière impressionnable. La région du maximum tend à être déplacée du côté des rayons les moins déviés.

» En dehors de l'énorme différence entre les intensités, l'absence d'une partie du rayonnement non déviable établit une nouvelle différence caractéristique profonde entre le rayonnement de l'uranium et celui du radium.

» 2° *Action du rayonnement du radium sur le phosphore.* — Après avoir montré (3) que le rayonnement obscur du radium transforme le phosphore blanc en phosphore rouge, j'ai cherché à analyser ce phénomène et à reconnaître, au moins en partie, la nature des rayons actifs. Dans une cuve plate en verre de 1^{mm} d'épaisseur, dont une face était formée par une lame de mica très mince, on a coulé du phosphore blanc, que l'on a

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, p. 201.
(2) *Ibid.*, t. CXXX, p. 1584.
(3) *Ibid.*, t. CXXXIII, p. 711.

recouvert d'une couche de glycérine. La cuve a été disposée verticalement contre l'une des armatures d'un aimant donnant un champ d'environ 400 unités C.G.S., puis à la partie supérieure on a placé une source linéaire horizontale normale à la cuve et parallèle au champ. La matière active était du chlorure de radium enfermé dans un petit tube de verre de 1^{mm} de diamètre, et entouré d'une feuille d'aluminium battu enroulée plusieurs fois autour du tube pour arrêter la lumière émise; deux fentes successives distantes de 15^{mm}, pratiquées dans des lames de plomb et parallèles au tube, limitaient l'émission dans un plan parallèle au champ. Le radium avait été enfermé dans un tube scellé, et placé au-dessus du phosphore, de façon à être protégé contre une inflammation accidentelle du phosphore pendant la longue durée de l'expérience. La présence du tube de verre arrêtait la partie non déviable et très absorbante du rayonnement, ainsi qu'on a pu s'en convaincre en substituant ultérieurement à la cuve une plaque photographique.

» Dans les conditions qui viennent d'être décrites, on a vu, au bout de quelques semaines, apparaître sur le phosphore blanc une trace rouge montrant la transformation effectuée par la partie déviable du rayonnement, trace superposable à l'impression obtenue sur une plaque photographique de comparaison. L'expérience a été arrêtée au bout de 60 jours. Les rayons non déviables très pénétrants, dont l'impression n'apparaît sur la plaque photographique qu'au bout de 2 jours de pose, n'ont donné sur le phosphore aucune action appréciable. Les rayons secondaires émis par le plomb ont, au contraire, agi assez activement; on sait que ces rayons sont peu pénétrants et très absorbables.

» Il est donc démontré par cette expérience que la partie déviable du rayonnement du radium, identique aux rayons cathodiques, transforme le phosphore blanc en phosphore rouge. Il est très probable que la partie non déviable très absorbable serait également très active pour effectuer cette transformation, mais on a vu que la nécessité de préserver le radium contre un accident d'expérience avait conduit à employer un tube de verre qui arrêtait ce dernier rayonnement. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation du tantale au four électrique et sur ses propriétés.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* le 1er juillet 1901, nous avons indiqué que la niobite réduite en poudre et additionnée de charbon

de sucre fournissait au four électrique une fonte riche en niobium et en tantale. La masse métallique, traitée par l'acide fluorhydrique additionné d'acide nitrique, puis par le fluorure de potassium, donnait un mélange de fluotantalate et de fluoxyniobate. En appliquant à ces sels la méthode de séparation de Marignac, nous avons préparé environ 4^{kg} de fluoxyniobate et de fluotantalate de potassium.

» Le mélange de ces deux sels a été épuisé six fois par l'eau bouillante. Le fluotantalate restant, après avoir été lavé à l'eau distillée, a été décomposé par son poids d'acide sulfurique dans une capsule de platine. Le précipité blanc lavé avec soin à l'eau chaude a été calciné. L'acide tantalique retient, après lavage et calcination, 0,32 de soufre à l'état d'acide sulfurique sous forme de combinaison. On mélange à cet acide tantalique 10 pour 100 de carbonate d'ammoniaque pur, puis on calcine. Cette opération est répétée deux fois.

» Après nous être assuré de la pureté de l'acide tantalique par la détermination de sa densité et de son poids moléculaire, nous avons cherché à le réduire par le carbone, à la température du four électrique.

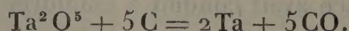
» Nous rappellerons que Berzélius, en chauffant le fluotantalate de potassium avec du potassium, a obtenu une poudre grise ne conduisant pas l'électricité et d'une densité de 10,08.

» Henri Rose, en décomposant par le sodium le fluotantalate du même métal, a recueilli une poudre noire d'une densité de 10,78 et bonne conductrice de l'électricité.

» Children, par l'électrolyse de l'acide tantalique au moyen d'un courant intense, obtint un tantale de couleur jaune rougeâtre et très cassant.

» Enfin Marignac, en décomposant un fluotantalate par l'aluminium, a préparé et décrit un alliage cristallisé de tantale et d'aluminium.

» L'acide tantalique était regardé jusqu'ici comme infusible et irréductible par le carbone. Nous avons additionné cet acide tantalique d'une quantité de charbon de sucre correspondant à la réaction :



$$Ta^2O^5 + 5C = 2Ta + 5CO.$$

» Pour obtenir une fonte ne contenant que peu de carbone il est utile d'augmenter de $\frac{1}{10}$ la proportion d'acide tantalique.

» Ce mélange a été aggloméré par la pression sous forme de petits cylindres qui ont été chauffés au four Perrot dans une brasque de charbon de sucre. Après cette calcination qui donne au mélange une certaine consistance, on dispose ces cylindres dans un creuset de graphite que l'on

chauffe au four électrique. On peut aussi placer ces cylindres dans une nacelle de graphite au milieu d'un tube de même substance. Dans les deux cas, l'élévation de température doit être très grande, si l'on veut liquéfier la fonte de tantale. Sans quoi, la réduction se produit bien, mais les cylindres, tout en se frittant, conservent à peu près leur forme, et présentent à la loupe l'aspect d'une masse métallique caverneuse recouverte d'une petite couche jaune ou orangée.

» Lorsque l'on chauffe 5 minutes avec un courant de 800 ampères sous 60 volts, on n'obtient qu'une masse frittée; il faut chauffer pendant 10 minutes pour arriver à la fusion du tantale.

» *Propriétés du tantale.* — Ce tantale, lorsqu'il est suffisamment chauffé, s'obtient sous forme d'une masse métallique brillante, à cassure cristalline. Certaines préparations nous ont donné une fonte ne renfermant plus que 0,5 de carbone, mais, dans ce cas, plus de la moitié du tantale avait été volatilisée pendant la préparation. Cette fonte, peu riche en carbone, raye le verre et le cristal de roche avec facilité; elle est infusible au chalumeau oxhydrique qui la transforme rapidement en acide tantalique. Elle peut être fondue dans le four électrique, mais avec un arc puissant. Sa densité a été trouvée égale à 12,79, tandis que la densité du tantale, préparé par Berzélius, était de 10,08, et celle du tantale de Rose, 10,78.

» La fonte de tantale, réduite en poudre fine et légèrement chauffée, prend feu dans le fluor à la température ordinaire, en fournissant d'abondantes vapeurs qui, par condensation sur un corps froid, donnent un fluorure. Dans un courant de chlore, l'attaque du tantale commence lentement dès 150°. Elle augmente vers 200° et enfin, à 250°, la combinaison se produit avec incandescence; il se sublime un chlorure de tantale en longues aiguilles de couleur jaune orangé. Ce chlorure est facilement fusible et se volatilise sans décomposition dans une atmosphère de chlore. Le brome peut être distillé sur la poudre de tantale sans produire aucune réaction. Mais au rouge sombre il commence à donner un sublimé jaune, et, au point de ramollissement du verre, la réaction devient complète en dégageant beaucoup de chaleur. La vapeur d'iode ne réagit pas sur le tantale en poudre à une température de 600°.

» Si nous plaçons du tantale dans un courant d'oxygène sec, il faut le porter à la température (prise à la pince thermo-électrique) de 600° pour qu'il prenne feu et qu'il continue à brûler avec une vive incandescence. A la température de 700°, le soufre, le sélénium et le tellure n'ont pas réagi.

» Chauffé dans un courant d'azote à 1200°, le tantale n'augmente que très peu de poids et ne se transforme pas en azoture. Le phosphore et l'arsenic peuvent être distillés sur le tantale au point de ramollissement du verre sans produire aucune réaction. Il en est de même de l'antimoine.

» Une fonte de tantale renfermant 0,6 de carbone ne se combine pas au sodium, au potassium ou au zinc en fusion. Chauffée au four électrique, avec du fer, une faible partie entre en combinaison, et le culot métallique ne présente aucune homogénéité.

» L'acide chlorhydrique gazeux attaque le tantale en produisant un sublimé blanc dont la couleur fonce par élévation de température; il se dégage, en même temps, de l'hydrogène. La vapeur d'eau et l'hydrogène sulfuré ne réagissent pas sur le tantale à la température de 600°, ou, si cette réaction se produit, elle est tout à fait superficielle. Le gaz ammoniac est décomposé, au rouge sombre, par la poudre de tantale, dont la couleur fonce sans changer de poids.

» Le gaz acide sulfureux est réduit par le tantale avec incandescence vers 500° en produisant un abondant dépôt de soufre et un oxyde de tantale. A la même température, l'oxyde azoteux et l'oxyde azotique réagissent avec une vive incandescence. L'anhydride phosphorique est réduit avec facilité au-dessous du rouge, en dégageant d'abondantes vapeurs de phosphore, mais sans incandescence.

» La poudre de tantale chauffée légèrement avec l'anhydride iodique devient incandescente et fournit un abondant dégagement de vapeurs d'iode.

» L'acide arsénique est réduit par le tantale au-dessous du rouge.

» Les composés riches en oxygène comme le bioxyde de manganèse réduisent le tantale avec une vive incandescence. Le protoxyde et le bioxyde de plomb légèrement chauffés avec du tantale en poudre deviennent incandescents et fournissent comme résidu une éponge noire renfermant de petits globules de plomb fondu. Le protochlorure et le bichlorure de mercure sont réduits avec facilité à chaud et produisent un sublimé de mercure métallique.

» La potasse en fusion est attaquée par le tantale, dégage de l'hydrogène et donne un sel alcalin. Le chlorate de potassium chauffé ne réagit pas sur le tantale, même à sa température de décomposition. Nous avons démontré précédemment qu'il n'en était pas de même du niobium. C'est donc une des réactions qui différencient ces deux corps simples.

» L'attaque du tantale par l'azotate de potassium en fusion se produit

de même plus lentement qu'avec le niobium; il n'y a pas d'incandescence et il se dégage du peroxyde d'azote.

» Les acides sont sans action sur le tantale. Seul, l'acide sulfurique concentré l'attaque lentement à l'ébullition en prenant une couleur brune. L'eau régale est sans action, mais, de même que le silicium et le niobium, le tantale est attaqué avec facilité par un mélange d'acide nitrique et d'acide fluorhydrique.

» Ces différentes réactions établissent donc que le tantale possède des propriétés réductrices très particulières qui le rapprochent plutôt des métalloïdes que des métaux. Les réactions sont semblables à celles du niobium. Ce parallélisme est très accusé, et la seule différence que ces deux corps simples présentent consiste en ce que le niobium est un réducteur plus énergique que le tantale.

» *Analyse.* — Le dosage du carbone et du tantale a été fait par combustion. Un poids de fonte réduit en poudre est chauffé dans une nacelle au milieu d'un courant de gaz oxygène. Tout le carbone est transformé en acide carbonique qui est recueilli et pesé. Par augmentation du poids de la nacelle, on peut déduire de l'acide tantalique formé la quantité de tantale mis en expérience.

» Il faut avoir soin, dans cette analyse, de bien s'assurer si le tantale a été complètement transformé par la combustion en acide tantalique.

» Nous avons trouvé ainsi les chiffres suivants, en prenant 183 comme poids atomique du tantale :

	1.	2.	3.	4.	5.
Carbone combiné...	2,5	1,8	1,1	0,66	0,5
Tantale............	96,7	97,35	»	»	»

M. **Wolf**, en présentant à l'Académie, en son nom et au nom de M. Gauthier-Villars, un Ouvrage intitulé : « Histoire de l'Observatoire de Paris, de sa fondation à 1793 », s'exprime comme il suit :

« L'histoire que je me suis proposé d'écrire n'est pas l'Histoire céleste de l'Observatoire : celle-ci est bien connue, elle est contenue dans les Mémoires de l'ancienne Académie des Sciences et la lacune qu'elle présentait vient d'être comblée par la publication qu'a faite M. Bigourdan des *Annales célestes du* XVIIe *siècle,* par Pingré. Il n'en est pas de même de l'histoire des bâtiments de l'Observatoire, des astronomes qui y ont habité, des instruments qu'ils ont employés et du régime sous lequel ils ont vécu. Bien des légendes erronées se sont formées à ce sujet et ont été répétées dans les histoires de notre grand établissement astronomique. J'ai cherché

à rétablir la vérité des faits en recourant aux pièces originales qui m'ont été fournies par nos Archives de l'Observatoire, par celles de l'Académie, par les Archives nationales et aussi par la publication si intéressante de notre confrère M. Guiffrey, les *Comptes des bâtiments du roi Louis XIV*. C'est grâce à ces comptes que j'ai pu rectifier une assertion d'Arago : la construction de l'Observatoire n'a pas coûté 1500000 livres, mais à peine la moitié de cette somme : 715000 seulement.

» Les premiers Chapitres sont consacrés à la description des bâtiments, aux transformations qu'ils ont subies, aux astronomes qui y ont logé. Le Chapitre IX complète cette description par les récits des visites célèbres qu'a reçues l'établissement : visite de Louis XIV, dont la date est inexactement donnée dans les Mémoires de l'Académie, erreur singulière que tous les auteurs ont répétée; visite du roi d'Angleterre, dont j'ai rétabli la relation primitive écrite par J.-D. Cassini, bien plus complète que les récits qui en ont été publiés. Dans ce même Chapitre, je rapporte, d'après un manuscrit de Cassini Ier, un entretien de ce savant avec Louis XIV, où ce prince fait preuve d'une intelligence des choses de la marine et de la géographie qui semble contredire l'opinion des historiens, que son éducation avait été fort négligée.

» Parmi les points sur lesquels mes recherches m'ont permis de rétablir la vérité historique, il en est un que je tiens à signaler tout particulièrement à l'attention de l'Académie. D'après Delambre et à sa suite, tous les historiographes de l'Astronomie ont répété que J.-D. Cassini, dès son arrivée en France, avait été nommé Directeur de l'Observatoire, au mépris des droits légitimes de l'abbé Picard et au grand détriment de la Science astronomique. Et, partant de là, ils ont accumulé sur ce grand homme les calomnies les plus injustes; on a été jusqu'à le traiter de charlatan. Or, il n'y a pas eu de Directeur de l'Observatoire avant 1771; la place et le titre en furent créés pour son petit-fils. L'étude consciencieuse de ses écrits m'a révélé un Cassini tout différent de celui qu'on s'était plu à nous peindre, et j'ai pu restituer à ce grand homme la figure sous laquelle ses contemporains l'avaient connu et admiré, le plus grand et le plus complet des astronomes de l'Europe à son époque et, en même temps, l'homme le plus modeste et le plus bienveillant pour ses collaborateurs. J'ai consacré tout un Chapitre à la défense de J.-D. Cassini : j'espère que le lecteur ne trouvera pas que je m'y suis trop attardé.

» Bien que le titre de Directeur ait été créé en 1771 en faveur de Cassini de Thury, ce ne fut qu'en 1784 que l'Observatoire eut, dans la

personne de son fils Jean-Dominique, un Directeur réel, assisté d'un personnel régulier, jouissant d'un budget annuel. Dès lors, l'histoire de l'Observatoire devient celle d'un établissement régulièrement constitué et nous assistons pendant huit années à une période d'activité telle que l'Observatoire n'en avait plus connu depuis les premiers temps de sa fondation. Grâce à la protection de deux Ministres amis des Sciences, le baron de Breteuil et le comte d'Angiviller, les cabinets d'observation sont reconstruits, des instruments nouveaux commandés aux artistes français et en Angleterre; enfin, le bâtiment de Perrault est reconstruit dans des conditions à braver les siècles. Mais au moment où Cassini IV allait recueillir les fruits de ses longs et ingénieux efforts, la Révolution éclate, et les odieuses machinations de Lakanal et des élèves que Cassini avait formés l'obligent à quitter l'établissement qu'il avait relevé de ses ruines.

» Ce fut pour le malheureux Directeur un coup sous lequel son génie sombra pour toujours.

» C'est à cette douloureuse époque que s'arrête le récit contenu dans ce Volume. J'espère, si Dieu me prête vie, pouvoir présenter, dans une seconde Partie, l'histoire de notre Observatoire jusqu'à l'époque actuelle.

» Je ne puis terminer sans remercier M. Gauthier-Villars des soins qu'il a apportés à l'impression de cet Ouvrage et des planches qui l'accompagnent. »

M. **Emile Picard** fait hommage à l'Académie de son « Rapport général sur les Sciences » à l'occasion de l'Exposition universelle de 1900, et d'une brochure intitulée : « Quelques réflexions sur la Mécanique. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. **Colvis** adresse un Mémoire relatif à diverses machines dynamiques.

(Commissaires : MM. Marcel Deprez, Mascart, d'Arsonval.)

MM. **Nicolle** et **Adil Bey** demandent l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par eux le 24 juillet 1899, et inscrit sous le n° 6130. Ce pli, ouvert en séance, contient une Note intitulée : « Étiologie de la peste bovine. »

(Commissaires : MM. Chauveau, Roux.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel donne lecture de la Lettre suivante, qui lui est adressée par M. *C. Ritter* :

« Frédéric Ritter, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, a consacré tous les loisirs de sa longue carrière à réunir et à traduire les œuvres de Viète; en même temps, à l'aide des nombreux documents qu'il avait pu recueillir, il a écrit l'histoire du grand géomètre.

» Toutefois, au texte latin de l'original, M. Ritter ne s'est pas borné à substituer un texte français, mais il s'est attaché aussi à rendre la lecture de Viète plus facile en donnant, dans des notes placées au bas des pages, la traduction en algèbre moderne des formules et des équations pour lesquelles, faute de l'artifice encore inconnu des exposants, Viète employait, particulièrement pour les puissances de l'inconnue, une nomenclature et une notation compliquées, incompréhensibles à première vue pour des lecteurs actuels et dont le déchiffrement, même pour des initiés, reste en tout cas fatigant.

» De son long Travail, M. Ritter avait fait un résumé qu'en 1890 il a adressé à l'Académie des Sciences, dont il sollicitait l'expression d'un vœu pour la publication aux frais de l'Etat de la traduction de Viète, ainsi que pour l'érection d'un monument à sa mémoire.

» Pareil vœu a été formulé en 1892 par le Congrès, réuni à Pau, de l'Association scientifique de France, auquel M. Ritter avait soumis l'ensemble de ses Travaux.

» Depuis, en 1893, M. Ritter est mort, et jusqu'à présent ses manuscrits étaient restés à Pau entre les mains de sa veuve.

» Il était cependant d'un grand intérêt que ce travail pût être utilisé par les savants, et c'est à cette intention que Mme Ve Ritter et ses deux fils, MM. Henri et Maurice Ritter [1], se sont déterminés à en faire hommage à l'Académie des Sciences pour être conservé dans sa bibliothèque.

» Chargé de cette mission par les héritiers de mon frère, j'ai, en conséquence, l'honneur de remettre à l'Académie les manuscrits de Frédéric Ritter, manuscrits reliés en neuf Volumes in-folio, dont cinq comprennent la traduction des œuvres de Viète, et dont quatre sont consacrés à l'histoire de sa vie, de son œuvre, de son temps.

» A ces neuf Volumes est joint, en notice imprimée, le résumé de 1890 qui est une préparation utile à la lecture de l'œuvre elle-même du grand et trop peu connu géomètre.

» Veuillez agréer, etc.

» C. Ritter. »

---

[1] Mme Ritter, à Pau, 7, rue Latapie; M. Henri Ritter, à la Roche-sur-Yon, 5, rue La Fontaine; M. Maurice Ritter, à Bordeaux, 114, rue Croix-de-Sagney.

A la suite de cette Communication, l'Académie décide d'adresser une lettre de remercîment à M. *Ch. Ritter,* en le priant de les transmettre à la famille.

M. **Berthelot** fait observer, à cette occasion, que la publication des Œuvres de Viète serait d'un grand intérêt pour l'Histoire des Mathématiques; il ajoute que cette publication devrait, à son avis, contenir le texte original de l'auteur, en latin, sauf à y joindre une traduction française, avec interprétation moderne des notations particulières de Viète.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les trois publications suivantes, présentées par M. Haton de la Goupillière :

« Congrès international des Mines et de la Métallurgie, de 1900. »
« Congrès international de Mécanique appliquée, de 1900. »
« Congrès international des méthodes d'essais des matériaux de construction, de 1900. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations rationnelles.* Note de M. **Ivar Fredholm**, présentée par M. H. Poincaré.

« On sait qu'un grand nombre de problèmes de la Physique mathématique conduisent à des équations fonctionnelles de la forme

$$\varphi(x_1\ldots x_n)+\int\cdots\int f(x_1\ldots x_n;\, y_1\ldots y_n)\,\varphi(y_1\ldots y_n)\,dy_1\ldots dy_n=\psi(x_1\ldots x_n) \tag{1}$$

où φ est la fonction inconnue.

» Pour simplifier l'écriture je me restreins au cas où f ne dépend que de deux variables; alors l'équation peut s'écrire

$$\varphi(x)+\int_0^1 f(x,y)\,\varphi(y)\,dy=\psi(x) \qquad (0<x<1). \tag{1 bis}$$

» Pour abréger on peut employer pour le premier membre la notation $A_f\,\varphi(x)$.

» La théorie de l'équation (1) est un cas limite de la théorie des équations linéaires; aussi retrouve-t-on dans la théorie qui nous occupe tous les résultats de la théorie des déterminants.

» D'abord le déterminant D_f de l'équation (1) se définit de la manière suivante : désignant par

$$f\begin{pmatrix} x_1 \ldots x_n \\ y_1 \ldots y_n \end{pmatrix}$$

le déterminant des n^2 quantités $f(x_i, y_k) \ldots (i, k = 1, 2, \ldots, n)$,

$$D_f = \sum_0^\infty {}_n \frac{1}{n!} \int_0^1 \cdots \int_0^1 f\begin{pmatrix} x_1 \ldots x_n \\ x_1 \ldots x_n \end{pmatrix} dx_1 \ldots dx_n,$$

le premier terme étant 1.

» Puis on a pour un mineur de D_f l'expression

$$D_f\begin{pmatrix} \xi_1 \ldots \xi_n \\ \eta_1 \ldots \eta_n \end{pmatrix} = \sum_0^\infty {}_k \frac{1}{k!} \int_0 \cdots \int_0^1 f\begin{pmatrix} \xi_1 \ldots \xi_n, x_1 \ldots x_k \\ \eta_1 \ldots \eta_n, x_1 \ldots x_k \end{pmatrix} dx_1 \ldots dx_k.$$

» La convergence de ces deux expressions est une conséquence d'un théorème bien connu de M. Hadamard [1].

» Cela posé, considérons l'équation

$$A_f \varphi(x) = \psi(x).$$

» Par rapport à elle, deux cas sont à distinguer :

» 1° D_f est différent de zéro; 2° D_f est nul.

» Dans le premier cas, l'équation donnée admet *une et une seule* solution donnée par l'équation

$$\varphi(x) = A_g \psi(x),$$

où

$$g(x, y) = -\frac{D_f\binom{x}{y}}{D_f}.$$

» Dans le second cas, où D_f est nul, on démontre qu'il existe dans la série des mineurs de D_f un premier mineur qui ne soit pas identiquement nul. Soit n l'ordre de ce mineur et supposons que les paramètres ξ_i et η_i soient choisis de manière que

$$D_f\begin{pmatrix} \xi_1 \ldots \xi_n \\ \eta_1 \ldots \eta_n \end{pmatrix}$$

soit différent de zéro.

---

(1) *Résolution d'une question relative aux déterminants* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1893, p. 240-246).

» Formons avec la fonction

$$g(x, y) = -\frac{D\begin{pmatrix} x, & \xi_1 \ldots \xi_n \\ y, & \eta_1 \ldots \eta_n \end{pmatrix}}{D_f\begin{pmatrix} \xi_1 \ldots \xi_n \\ \eta_1 \ldots \eta_n \end{pmatrix}}$$

une transformation A_g de la même manière que A_f est formée avec $f(x, y)$.

» On démontre que A_g admet une transformation inverse, soit A_h.

» Puis on trouve que A_f peut être décomposée de deux manières différentes

$$A_f = A_h A_F = A_G A_h,$$

où les fonctions F et G ont la forme particulière

$$F(x, y) = -\sum_1^n {}_k \Phi_k(x) f(\xi_k, y),$$

$$G(x, y) = -\sum_1^n {}_k f(x, \eta_k) \Psi_k(y).$$

» Les fonctions Φ_k et Ψ_k satisfont aux relations

$$\int_0^1 \Phi_i(x) f(\xi_k, x)\, dx = \int_0^1 f(x, \eta_i) \Psi_k(x)\, dx = \begin{cases} 0, & \text{si} \quad i \neq k, \\ 1, & \text{si} \quad i = k; \end{cases}$$

d'où il suit que les fonctions Φ_k ainsi que les fonctions Ψ_k sont linéairement indépendantes.

» Considérons l'équation

$$A_f \varphi(x) = 0.$$

» Parce que $A_f = A_h A_F$ et le déterminant de A_h est différent de zéro, on a $A_F \varphi(x) = 0$, ou encore

$$\varphi(x) = -\int_0^1 F(x, y) \varphi(y)\, dy = \sum_1^n {}_k C_k \Phi_k(x).$$

C'est la solution la plus générale de l'équation $A_f \varphi(x) = 0$.

» On voit aisément que la fonction $\chi(x) = A_h \varphi(x)$ doit satisfaire à l'équation

$$A_G \chi(x) = \psi(x),$$

d'où

$$\chi(x) = \psi(x) - \int_0^1 G(x, y) \chi(y)\, dy = \psi(x) + \sum_1^n {}_k C_k f(x, y_k).$$

» Il s'ensuit

$$A_G \chi(x) = A_G \psi(x) = \psi(x).$$

Or, cette dernière équation entraîne nécessairement les n conditions linéairement indépendantes

$$\int_0^1 \Psi_i(x)\,\psi(x)\,dx = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On trouve qu'elles sont aussi suffisantes et, si elles sont satisfaites, chaque solution de l'équation

$$A_f \varphi(x) = \psi(x)$$

est donnée par l'équation

$$\varphi(x) = A_g \psi(x) + \sum_1^n {}_i C_i \Phi_i(x),$$

où les C_i sont des constantes arbitraires. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur la résolution des points singuliers des surfaces algébriques.* Note de M. **Beppo Levi**, présentée par M. Picard.

« La question de transformer birationnellement une surface algébrique quelconque en une autre qui n'ait que des singularités ordinaires est fondamentale pour la théorie des fonctions algébriques de deux variables. Plusieurs auteurs s'en sont occupés sans parvenir toutefois à des démonstrations valables pour tous les cas. En 1897, j'ai présenté à l'Académie des Sciences de Turin une démonstration complète, il me paraît, de la possibilité de cette transformation (*Atti*, t. XXXIII), que M. Picard a eu l'obligeance de signaler dans le *Bulletin* de M. Darboux (1898, p. 27). Cependant, dans plusieurs travaux parus depuis lors on a laissé entrevoir quelque défiance sur ma démonstration, sans toutefois élever contre elle des doutes explicites. Tout récemment encore M. Poincaré, dans une Communication du 9 décembre dernier, ayant dû s'appuyer sur ce théorème, a cité la démonstration de M. Picard, que M. Picard lui-même a déclarée n'être pas applicable à tous les cas. C'est pourquoi je demande la permission de résumer ici ma démonstration dans ses lignes principales.

» Toutes les transformations seront crémoniennes. Je rappelle que le mode de transformation du voisinage d'un point dépend seulement des

propriétés infinitésimales de la transformation en ce point. Il s'ensuit qu'à bien des égards, par exemple quant à la transformation des multiplicités du point pour les courbes et les surfaces qui y passent et à la transformation des multiplicités d'intersection de ces variétés en ce point, sont équivalentes deux transformations qui en ce point se comportent de même (voir *Atti*, Turin, t. XXXV); il en est ainsi, par rapport aux directions générales, si elles ont ce point comme fondamental isolé (¹), ou ont la même ligne, pour laquelle il soit un point général, comme fondamentale (du 1er mode) (²).

» Si l'on porte un point fondamental isolé d'une transformation en un point *s*-ple isolé d'une surface (pouvant cependant appartenir à une ligne de moindre multiplicité), on peut obtenir comme transformés de celui-ci, sur la surface transformée, des points *s*-ples, ou en nombre limité et isolés, ou bien formant une ligne *s*-ple. Si le premier cas se vérifie, que l'on fixe un de ces points *s*-ples transformés et qu'on y porte un point fondamental isolé d'une nouvelle transformation : en poursuivant ainsi tant que l'on rencontre de nouveaux points transformés *s*-ples isolés, on définit une succession de points *s*-ples isolés, dont chacun est un transformé du précédent. Cette succession est limitée, c'est-à-dire que l'on arrive enfin ou bien à n'avoir plus des points *s*-ples transformés d'un dernier point de la succession, ou bien à obtenir une ligne transformée *s*-ple. J'ai démontré ce fait pour les points fondamentaux isolés de certaines transformations quadratiques spéciales; je peux donc l'affirmer en général.

» Si l'on prend une ligne *s*-ple d'une surface (ce peut être la ligne *s*-ple avec laquelle se termine une succession de points *s*-ples isolés) comme fondamentale pour une transformation, on peut obtenir comme transformée de celle-ci une ligne *s*-ple de la surface transformée. Si sur cette ligne on opère de la même manière et ainsi de suite tant que l'on obtient des lignes transformées *s*-ples, on forme une succession de lignes *s*-ples, transformées chacune de la précédente. Cette succession est limitée, c'est-à-dire

---

(¹) Point pour lequel on a une correspondance généralement uniforme entre les directions qui en sortent et les points d'une certaine surface unicursale (exemple : le point fondamental isolé d'une transformation quadratique).

(²) Ligne dont les points sont en correspondance généralement uniforme avec un faisceau de courbes unicursales : nous admettons que la transformation soit générale, en ce sens qu'à deux directions ne se trouvant pas sur le même plan avec la tangente à la ligne correspondent des points différents (exemple : la courbe fondamentale d'une transformation monoïdale).

qu'après un nombre limité d'opérations on parvient à une ligne transformée de multiplicité moindre, mais qui pourra bien contenir encore des points s-ples isolés. Je démontre cette proposition pour une suite convenable de certaines transformations monoïdales spéciales.

» Si, après une succession de lignes s-ples, on obtient, comme on vient de le dire, des points s-ples isolés, on pourra en fixer un et opérer sur celui-ci comme j'ai dit précédemment pour les points s-ples isolés. En procédant ainsi, on définit une succession de points et de lignes s-ples. Conformément au fait que la transformation d'un point isolé ou d'une ligne peut produire plusieurs points s-ples, un même point ou une même ligne peut être l'origine de plusieurs de ces successions. Il faut montrer que ces successions sont limitées et en nombre limité.

» Dans une succession j'appelle point $A^{(\lambda)}$ le premier point de tout groupe de points s-ples isolés successifs dont elle se compose, et ligne $L^{(\lambda)}$ la ligne transformée de la ligne s-ple qui le précède, et sur laquelle il se trouve.

» J'ai montré (Note citée, nº 9) qu'un point $A^{(\lambda)}$ étant fixé, on peut toujours déterminer dans l'espace de départ deux surfaces d'un ordre limité (je choisis deux polaires de la surface donnée) auxquelles la succession des transformations qui conduit à $A^{(\lambda)}$ fait correspondre deux surfaces passant par $A^{(\lambda)}$ de manière que leur intersection passe aussi par $A^{(\lambda)}$ avec une partie qui ne coïncide pas avec $L^{(\lambda)}$. Deux cas peuvent se présenter : ou bien cette ligne est une transformée d'un point ou d'une ligne de la succession, ou bien cela n'est pas le cas, quelque avancé qu'on prenne $A^{(\lambda)}$ dans la succession considérée. Dans le second cas, je parviens à construire une courbe, dans l'espace primitif, que la succession de transformations qui conduit à $A^{(\lambda)}$ transforme en une courbe par $A^{(\lambda)}$, et dont l'ordre reste inférieur à une limite fixe, indépendante du rang de $A^{(\lambda)}$ dans la succession. Cela établit une limite supérieure pour le rang de $A^{(\lambda)}$ et par suite pour le nombre des points et des lignes de la succession.

» Le premier cas demande une analyse d'une autre nature. Quand il se vérifie pour un certain $A^{(\lambda)}$, il en est de même pour tous les $A^{(\lambda)}$ suivants. Je montre que, dans la succession considérée de points et de lignes s-ples, les groupes de lignes s-ples successives en contiennent un nombre qui va décroissant jusqu'à se réduire à 1 ou à 2, et qu'enfin aussi les groupes d'une et de deux lignes ne peuvent se présenter indéfiniment. Après un procédé limité, on ne rencontre donc plus dans la succession que des points s-ples isolés, et elle est donc limitée. Il s'ensuit très aisément que le nombre

des successions est lui aussi limité, comme on peut le voir dans ma Note précitée.

» Une observation est nécessaire pour compléter la démonstration. Les transformations crémoniennes introduisent de nouveaux points singuliers, même en correspondance des points et des lignes qu'il s'agirait de transformer en points et lignes simples. Mais on peut varier les éléments arbitraires des transformations, de manière que dans l'ancienne et dans la nouvelle surface transformée les points singuliers produits par les transformations ne se correspondent pas entre eux, ou bien correspondent à des points simples de la surface primitive (je les appelle *singularités accidentelles*). On peut alors construire une surface hyperspacielle dont les trois surfaces sont des perspectives et dont chaque point a la moindre des multiplicités de ses trois perspectives. Il suffira de transformer la surface donnée en une qui n'ait que des singularités accidentelles : alors la surface hyperspacielle n'aura plus que des points simples, et sa perspective faite d'un centre général des singularités ordinaires. »

PHYSIQUE. — *Définition expérimentale des diverses sortes de rayons* X, *par le radiochromomètre*. Note de M. L. **Benoist**, présentée par M. Lippmann.

« On sait qu'il existe différentes qualités ou sortes de rayons X, se distinguant les unes des autres par leur aptitude très inégale à traverser tels ou tels corps, par exemple les os ou les chairs : c'est le *radiochroïsme*. J'ai indiqué, dans des publications antérieures ([1]), une méthode générale de classification des rayons X et des radiations similaires; cette méthode, fondée sur l'établissement d'un réseau de courbes d'isotransparence des corps simples, permet de former une véritable échelle spectrale de ces diverses radiations.

» Au point de vue de la technique expérimentale, dans les diverses applications des rayons X on peut simplifier l'emploi de cette méthode, en prenant certains couples de corps de radiochroïsme très différent. Un pareil système peut être désigné sous le nom de *radiochromomètre*, car il définit et mesure, pour les rayons X ou similaires, un caractère équivalent aux couleurs de la lumière ordinaire.

([1]) *Comptes rendus*, 12 février, 4 et 25 mars 1901; *Journal de Physique*, novembre 1901.

» On peut aussi comparer le rôle de cet appareil à celui du thermomètre dans la définition et la mesure des températures.

» Dans un *thermomètre*, en effet, on utilise les variations inégales de volume de deux corps différents quand la température change, et l'on définit une série de températures par une série de volumes relatifs de l'un de ces corps par rapport à l'autre, par exemple du mercure par rapport au verre.

» Dans le *radiochromomètre*, j'ai utilisé les variations inégales de transparence de deux corps différents, lorsque la qualité des rayons X change, pour définir une série de qualités de rayons par une série de transparences relatives de l'un de ces corps par rapport à l'autre, par exemple de l'aluminium par rapport à l'argent.

» L'échelle de rayons ainsi constituée est toujours comparable à elle-même, dès que l'on a défini les deux corps associés, et leurs épaisseurs.

» Le choix de ces corps (on pourrait en associer plus de deux, si cela était nécessaire) est indiqué par l'allure des courbes d'isotransparence. J'ai associé l'argent, dont les variations de transparence sont très faibles (région de contraction maximum des courbes) avec l'aluminium, dont les variations de transparence sont au contraire très grandes (région de dilatation maximum). L'échelle est constituée par les multiples et sous-multiples de l'épaisseur d'aluminium qui équivaut, dans le cas de rayons de dureté moyenne, à l'épaisseur moyenne et presque invariable de l'argent. Pour faciliter les comparaisons, les diverses épaisseurs d'aluminium sont disposées autour de l'épaisseur unique d'argent.

» Le radïochromomètre est formé d'un disque d'aluminium divisé en douze secteurs dont les épaisseurs vont en croissant de 1^{mm} à 12^{mm}. Le centre de ce disque évidé est occupé par un disque d'argent de $0^{mm},11$ d'épaisseur. Les secteurs d'aluminium sont distribués comme les heures d'une montre, ce qui dispense de les numéroter, car on reconnaît immédiatement leur rang par leur place même, l'épaisseur 1 correspondant à 1^h, etc., jusqu'à l'épaisseur 12, qui correspond à 12^h.

» L'appareil se place, soit au-dessus de la plaque radiographique, soit contre l'écran fluorescent utilisé en radioscopie. Sur l'image obtenue dans l'un ou l'autre cas, il y a égalité d'ombre entre le disque central d'argent et l'un des secteurs d'aluminium. Le numéro d'épaisseur ou rang de ce secteur constitue le *degré radiochromométrique* des rayons X employés, et les définit complètement.

» Ainsi se trouve constituée une échelle de *douze* degrés (on peut évaluer le demi-degré et même le quart de degré) qui comprend toutes les qualités de rayons X obtenues et utilisées jusqu'ici. Par exemple, les rayons de dureté moyenne marquent 5° ou 6°, les rayons très durs 9° ou 10°, les rayons très mous 2° ou 3°.

» Pour l'observation directe des ampoules radiogènes, leur réglage, leur emploi

méthodique, le radiochromomètre se place contre un écran fluorescent de mêmes dimensions, fixé à l'une des extrémités d'un corps de lunette dont l'extrémité opposée est munie d'une bonnette s'appliquant exactement contre l'œil.

» L'emploi du radiochromomètre permet de donner à la technique des rayons X une précision comparable à celle que le réglage des températures retire de l'usage du thermomètre. En radiologie médicale, il sera possible de déterminer et de définir rigoureusement la qualité de rayons qui convient le mieux à chaque cas particulier. C'est ainsi que des rayons de degré 2 ou 3 donneront, comme je l'ai reconnu, le détail des vaisseaux sanguins au milieu des chairs, ce qui n'est plus réalisé pour des degrés supérieurs. D'excellentes radiographies de feuilles et de tiges molles s'obtiendront avec des rayons de degré 1 ou 2 tout au plus. Toute épreuve radiographique portant l'image du radiochromomètre, en même temps que celle des corps radiographiés, accusera elle-même, par un document précis, la qualité des rayons qui auront servi à l'obtenir. Enfin il sera possible, par une étude méthodique, de fixer, pour chaque ampoule radiogène, les conditions de réglage électrique lui permettant de donner des rayons d'un degré radiochromométrique déterminé. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un appareil pour l'enregistrement automatique des décharges de l'atmosphère*. Note de M. J. Fényi, présentée par M. A. Cornu.

« En vue du grand intérêt avec lequel, dans ces temps derniers, on observait les orages, je méditai, au mois de mars 1900, le projet de les enregistrer automatiquement par un cohéreur. L'assistant de l'observatoire à Kalocsa, J. Schreiber, a construit ensuite, au courant de l'année 1900, un tel appareil d'une façon bien simple, mais très pratique, lequel a donné pendant l'été de 1901 des résultats très satisfaisants.

» Le cohéreur et une bobine de fil de $0^{mm},2$ de diamètre, dont la résistance est à peu près 100 ohms, sont insérés dans le circuit d'un élément de Meidinger. Au centre de la bobine se trouve une aiguille aimantée qui, posée sur un pivot vertical d'acier, est déviée si le cohéreur est devenu conducteur par un éclair lointain, et ferme un assez fort courant dans le circuit d'enregistrement. Dans le même circuit d'enregistrement est insérée une sonnerie dont le couvercle porte le cohéreur. L'ébranlement que la sonnerie produit est suffisant pour ébranler le cohéreur et pour interrompre

ainsi le courant dans la bobine; l'aiguille aimantée revient dans sa position d'équilibre et le cohéreur est disposé à recevoir une nouvelle impulsion.

» Le cohéreur même, par sa simplicité, est d'un intérêt spécial. Il n'est pas constitué par de la limaille de nickel, mais seulement par deux aiguilles à coudre posées en croix l'une sur l'autre. Cette forme de cohéreur se recommande par plusieurs conditions : d'abord chacun peut le construire sans dépenses et sans peine; malgré cela, le cohéreur fonctionne avec une grande sûreté, enfin il permet de constater par observation et mesure les conditions d'un bon et sûr fonctionnement. Ces recherches ont démontré qu'il faut et suffit que le potentiel du courant dans la bobine ne dépasse pas un quart de volt.

» Il faut donc, si l'on emploie un élément de Meidinger, shunter cet élément de manière à réduire la force électromotrice à ce degré. Ce n'est pas l'intensité du courant qui importe : il ne suffit pas de l'affaiblir par une résistance insérée au circuit. Si la tension électrique n'est pas réduite, nul ébranlement n'est suffisant pour priver le cohéreur de sa conductibilité. On constate aussi que la pression des deux aiguilles exercée l'une sur l'autre peut varier depuis le moindre contact jusqu'à la pression de 6^g, sans qu'on observe des variations appréciables dans le fonctionnement du cohéreur. Une circonstance singulièrement remarquable dans le fonctionnement de ce cohéreur est que les deux aiguilles polies et en contact se comportent comme un isolateur, quand même elles exercent une pression mutuelle de 6^g; mais la moindre étincelle d'un électrophore lui donne la conductibilité, et le moindre ébranlement l'interrompt complètement. D'après diverses expériences de cette sorte, j'ai constaté que le cohéreur acquiert la conductibilité par l'étincelle électrique, même dans le cas où l'élément n'est pas inséré au moment où l'étincelle est tirée de l'électrophore; car, si l'on insère l'élément de nouveau, l'aiguille aimantée est aussitôt déviée.

» M. l'assistant a aussi observé que le cohéreur peut devenir conducteur par un son très aigu, par exemple par le son d'une petite trompette, que l'élément soit ou non inséré dans le circuit : il a trouvé que le cohéreur fonctionne avec la plus grande sûreté, si l'on met une goutte d'eau au point de contact des deux aiguilles, ou si on les plonge toutes les deux dans de l'huile de pétrole.

» Cet appareil, si simple dans sa constitution, a été en fonction pendant l'été de 1901, et les résultats ont démontré son utilité et son aptitude. Tous les orages qui se produisaient autour de Kalocsa, sur une étendue dont le rayon est à peu près 100^{km}, ont été enregistrés selon la manière dont ils se sont passés. Une revision seulement superficielle des feuilles d'enregistrement des mois de mai, juin et juillet m'a permis de déterminer avec sûreté la période quotidienne des orages sur l'étendue ci-dessus désignée : ce qui démontre suffisamment l'utilité de cet appareil. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les tensions de vapeur de l'hydrogène sélénié et la dissociation de son hydrate.* Note de MM. **de Forcrand** et **Fonzes-Diacon.**

« I. *Tensions de vapeur de l'hydrogène sélénié.* — Nous savons déjà que sa tension atteint 760^{mm} à $-42°$.

» Pour obtenir d'autres points de la courbe, nous avons opéré avec l'appareil Cailletet pour les deux températures $+0°,2$ et $+30°,8$. Les nombres obtenus sont $4^{atm},5$ et 12^{atm}.

» Afin d'avoir un point intermédiaire entre les deux premiers, nous avons introduit un peu de gaz hydrogène sélénié pur dans la branche fermée et courte d'un tube en U semblable à un *tube de Mariotte*. La branche longue et ouverte, pleine de mercure, avait 60^{cm}; la branche courte et fermée, contenant le gaz, environ 10^{cm}. La partie inférieure de l'appareil plongeait dans un bain de chlorure de méthyle refroidi par un courant d'air sec. A $-30°$, il s'est produit une dénivellation très brusque du mercure dans la grande branche, et le liquide s'est formé dans la chambre. On a mesuré la hauteur du mercure à ce moment. La pression était de $1^{atm},75$.

» Nous avons donc les quatre points suivants :

°	atm
-42	1
-30	1,75
$+0,2$	4,5
$+30,8$	12

qui suffisent pour construire la courbe.

» Ces nombres permettent de calculer la chaleur de volatilisation de l'hydrogène sélénié, en appliquant la formule de Clapeyron. En combinant deux à deux ces quatre données, nous avons obtenu six valeurs assez concordantes, dont la moyenne est $4^{Cal},74$. C'est la chaleur de volatilisation moléculaire.

» La température d'ébullition étant $-42°$, soit $231°$ abs., on trouve

$$\frac{4740}{231} = 20,52,$$

qui est bien le nombre à peu près constant que fournit la relation de Trouton pour les corps à molécules non polymérisées.

» II. *Hydrate d'hydrogène sélénié.* — Il avait déjà été signalé par l'un de nous [1], mais son étude n'avait pas été faite.

---

(1) M. de Forcrand, *Comptes rendus*, t. XCV, p. 129.

» Pour montrer son existence, il suffit de remplir un flacon de gaz hydrogène sélénié humide et de l'exposer à une température de + 5° environ. Il se produit un hydrate cristallisé incolore, qui paraît avoir la même stabilité que les hydrates de chlore, d'anhydride sulfureux ou de chlorure de méthyle.

» Dans le but de mesurer ses tensions de dissociation, nous avons adopté les dispositifs suivants :

» Pour la température 0°, un simple tube à gaz de $0^{cm},8$ de diamètre intérieur et 60^{cm} de hauteur, fermé à une extrémité. On y introduit un peu d'eau et on le remplit d'hydrogène sélénié gazeux, puis on entoure de glace toute la partie supérieure, l'appareil reposant sur une petite cuve à mercure. On lit la hauteur du mercure soulevé lorsque le mouvement ascensionnel est terminé, ce qui demande plusieurs heures. Nous avons obtenu ainsi, à 0°, une tension de 346^{mm}.

» Pour les températures entre 0° et + 8°, nous avons employé une petite cornue en verre (20^{cm^3}) tubulée et munie d'un long col coudé qui plonge dans du mercure. On introduit un peu d'eau dans la cornue et l'on fait passer un courant d'hydrogène sélénié gazeux, en refroidissant à 0° pour provoquer la formation de l'hydrate. Puis on ferme le robinet soudé à la tubulure et l'on effectue les mesures. Nous avons trouvé par cette méthode :

A + 2°,35	432^{mm}
A + 3,40	490
A + 5,40	597
A + 7,50	718

» Enfin, pour les températures plus élevées, nous avons employé l'appareil Cailletet, où nous comprimions ensemble l'eau et le gaz :

A + 14°,1	$1^{atm},9$
A + 22	5
A + 30	11

» Au-dessus de + 30° l'hydrate ne se forme plus, même sous des pressions élevées, et les deux corps, eau et hydrogène sélénié, forment deux couches séparées. C'est le point critique de décomposition, c'est-à-dire le point où se rencontrent les deux courbes des tensions de vapeur de l'hydrogène sélénié et des tensions de dissociation de son hydrate. Le même phénomène se produit pour la plupart des hydrates du gaz.

» En traçant la courbe des tensions de dissociation, on constate que c'est à + 8° que la tension devient égale à 760^{mm}.

» Enfin, en combinant deux à deux les huit tensions indiquées plus

haut et en appliquant la formule de Clapeyron, on obtient vingt-quatre résultats assez concordants, dont la moyenne donnerait

$$Q = + 16^{Cal},82;$$

c'est la chaleur de formation de l'hydrate solide à partir de H^2Se gazeux et de nH^2O liquide. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'antimoniure de lithium et sur la préparation de quelques alliages de ce métal.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Henri Moissan.

« Le lithium s'unit à l'antimoine avec un grand dégagement de chaleur. Si l'on place, dans le fond d'un tube à essai, un peu d'antimoine grossièrement pulvérisé, sur lequel on dispose un petit fragment de lithium, et que l'on chauffe doucement, on voit, tout d'abord, le métal fondre, puis réagir violemment avec une vive incandescence. Une partie de la matière est volatilisée, et il reste dans le fond du tube un corps noir, fondu, décomposant l'eau à froid avec production d'hydrogène.

» En raison de cette facilité de combinaison, nous avions pensé à appliquer à la préparation d'un composé défini de lithium et d'antimoine la méthode que nous avons déjà décrite pour l'obtention des arséniures, des antimoniures et des alliages des métaux alcalins (1). Nous rappellerons qu'elle consiste à faire agir sur un métal ou un métalloïde un excès notable de métal alcalin, dans un creuset de fer à couvercle vissé. L'excès de métal alcalin qui, dans la plupart des cas, sert de dissolvant au composé formé, est éliminé à l'état de métal ammonium soluble dans le gaz ammoniac liquéfié. Mais la préparation du lithium, qui est une opération de laboratoire facile à réaliser, est cependant assez coûteuse lorsqu'il s'agit d'obtenir plusieurs centaines de grammes de ce métal. Cette considération nous a conduit à renoncer à l'emploi du creuset de fer, qui aurait pu donner cependant de bons résultats, et à utiliser un dispositif permettant de traiter des quantités moindres de matière.

» Un poids déterminé de lithium est d'abord fondu dans une nacelle de nickel placée dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités. Par l'autre, il communique avec une trompe à mercure qui permet d'y faire le vide.

(1) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 502.

» On dispose ensuite à la surface du métal une quantité connue d'antimoine, calculée de telle sorte que le métal soit en grand excès.

» On chauffe après avoir fait le vide de nouveau.

» La réaction se produit bien au-dessous du rouge avec incandescence, projection et volatilisation d'une partie importante de la matière. On distingue, au-dessus et de chaque côté de la nacelle, des parties fondues projetées et un enduit noir provenant de la volatilisation, tandis que, dans les portions du tube plus éloignées, le lithium est venu former un beau miroir métallique. La violence de cette réaction ne permet pas de prévoir, même très approximativement, la composition du produit final restant dans la nacelle. Dans la plupart des cas, on ne retrouve guère que la moitié ou le tiers du poids des substances mises en présence. Il ne reste pas de lithium non combiné, ainsi qu'il est facile de le constater en traitant le produit par le gaz ammoniac liquéfié.

» Il était vraisemblable de supposer que des additions successives de petites quantités de lithium à l'antimoine pourraient donner lieu à une réaction plus régulière. Nous avons pensé que le meilleur moyen serait de produire le lithium en présence même de ce métalloïde. La préparation électrolytique de ce métal avec une cathode d'antimoine était donc indiquée. Nous avons réussi, en effet, à réaliser de cette façon, avec la plus grande facilité, la combinaison du lithium et de l'antimoine, et, fait plus inattendu, à obtenir de suite un composé défini.

» Pour cela, on fait fondre dans une capsule de porcelaine de 500^{cm^3} de capacité un mélange à parties égales de chlorure de potassium et de chlorure de lithium.

» On dispose ensuite dans la capsule une électrode positive formée par une tige de charbon graphitique de 10^{mm} de diamètre, et une électrode négative composée d'une tige de fer de 3^{mm} de diamètre, à l'extrémité de laquelle on a soudé par coulage une trentaine de grammes d'antimoine. Nous utilisions une intensité de courant de 15 ampères.

» Dès le début de l'électrolyse, l'antimoine est solide dans le bain; malgré cela, le lithium libéré s'y combine entièrement. Après une demi-heure de marche environ, la cathode est liquide, on peut en retirer la tige de fer. Puis, peu à peu, la solidification se produit, la matière augmente de volume considérablement et le lithium est toujours absorbé en totalité. On voit apparaître, après 2 heures environ, à la surface du bain, quelques petits globules brillants de métal. Si à ce moment on retire du bain l'électrode négative, on constate à sa surface la présence d'un peu de lithium métallique peu adhérent. On rompt alors le courant, on coule le contenu de la capsule sur une plaque de porcelaine et on laisse refroidir dans un dessiccateur la masse solide, qui est préservée de l'oxydation par une mince couche de chlorures qui la recouvre entièrement.

» L'antimoniure de lithium ainsi préparé présente une composition constante, correspondant à la formule $SbLi^3$. Ce fait s'explique par la pro-

priété qu'il possède de ne pas dissoudre le lithium et de ne pas se dissoudre lui-même dans ce métal, dans les conditions de l'expérience.

» C'est une substance fondue à texture très cristalline, de couleur gris-ardoise foncé, décomposant l'eau très rapidement à froid, avec production d'hydrogène pur. Ce corps, comme l'antimoniure d'aluminium, possède un point de fusion beaucoup plus élevé que ceux de ses éléments constituants. Nous ferons connaître, dans une prochaine Communication, ses principales propriétés physiques et chimiques (1).

» Le procédé que nous venons d'exposer s'applique également bien à la préparation des alliages de lithium avec les métaux relativement fusibles. Les alliages de lithium et d'étain, de lithium et de plomb, dont nous présentons aujourd'hui des échantillons à l'Académie, ont été obtenus de cette façon.

» *En résumé*, l'antimoine et le lithium se combinent aisément, en donnant lieu à un grand dégagement de chaleur, mais la violence même de la réaction empêche d'obtenir pratiquement un composé défini par union directe. Au contraire, en électrolysant un mélange à poids égaux de chlorure de lithium et de chlorure de potassium avec une cathode d'antimoine, on forme un antimoniure défini cristallisé, peu fusible, répondant à la formule $SbLi^3$. Ce même mode opératoire s'applique très bien à la préparation d'un certain nombre d'alliages de lithium. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'hydrate de cuivre sur les solutions aqueuses des sels métalliques*. Note de M. A. **Mailhe**.

« J'ai montré, dans deux Notes précédentes (2), que l'hydrate tétracuivrique donnait, avec les solutions aqueuses des chlorures, bromures et sulfates métalliques, des sels basiques mixtes (3).

---

(1) L'analyse nous a fourni les chiffres suivants qui établissent bien sa composition; nous avons pris Sb = 120, Li = 7 :

	1.	2.	3.	Théorie pour $SbLi^3$.
Lithium (pour 100).......	15,32	15,38	15,27	14,89
Antimoine...............	84,93	84,78	84,72	85,10

Les écarts des nombres trouvés avec les nombres calculés sont dus à la présence d'un peu d'antimoniure de potassium dans le produit.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 22 juillet 1901, et t. CXXXIV, 6 janvier 1902.

(3) Les chlorures mixtes de cuivre et de manganèse, les chlorures et bromures mixtes

» L'action particulière de l'hydrate tétracuivrique sur les solutions des nitrates métalliques conduit, toutes les fois que le sel mixte peut se produire, à un composé du type tétramétallique, isomorphe (sauf dans le cas du nitrate de cadmium) du nitrate tétracuivrique



$$Cu(NO^3)^2, 3CuO, 3H^2O,$$

auquel d'ailleurs ils correspondent.

» L'hydrate bleu de Péligot réagit parfois avec les solutions des nitrates métalliques pour donner un composé cristallisé; mais le plus souvent il donne un corps amorphe peu intéressant.

» I. *Sels de zinc.* — Au contact d'une solution moyennement concentrée de nitrate de zinc, l'hydrate brun se transforme à froid, au bout de plusieurs jours, en une poudre verte formée de lamelles hexagonales allongées, souvent groupées en étoiles à six branches, mêlées de lamelles rhombiques isomorphes du nitrate tétracuivrique.

» C'est un sel basique mixte



$$Cu(NO^3)^2, 3CuO, 3H^2O.$$

» Le même corps s'obtient plus rapidement à chaud, avec des solutions très concentrées et des solutions contenant moins de $\frac{1}{5}$ de molécule de nitrate de zinc par litre. Après la réaction, on constate qu'une partie du cuivre est passée dans la dissolution, et la quantité en est d'autant plus grande que les solutions sont plus concentrées.

» II. *Sels de cobalt.* — L'hydrate tétracuivrique produit très lentement à froid, dans une solution de nitrate de cobalt, un précipité vert isomorphe du précédent et ayant pour formule



$$(NO^3)^2Co, 3CuO, 3H^2O.$$

» Ce même sel basique s'obtient très facilement à l'ébullition, par l'action de l'hydrate bleu sur les solutions de nitrate de cobalt; il constitue alors une poudre violacée, formée par de petites étoiles.

» III. *Sels de nickel.* — Dans une solution d'azotate de nickel, de concentration moyenne, l'hydrate brun se change en un composé vert, formé, comme les précédents, de lamelles hexagonales se groupant encore en étoiles à six branches. La transformation est très lente à la température ordinaire, et se produit encore assez difficilement à une température de 30°. Ce sel répond à la formule



$$(NO^3)^2Ni, 3CuO, 3H^2O.$$

» IV. *Sels de manganèse.* — Les solutions de sulfate de manganèse n'avaient

---

de nickel, le chlorure mixte de cadmium et de cuivre sont du type tétramétallique et non du type trimétallique, comme cela a été indiqué par erreur. Leurs formules sont : $MnCl^2, 3CuO, 4H^2O$; $NiCl^2, 3CuO, 4H^2O$; $NiBr^2, 3CuO, 4H^2O$; $CdCl^2, 3CuO, 3H^2O$. Je signalerai aussi le bromure $CdBr^2, 3CuO, 3H^2O$ obtenu récemment.

donné lieu à aucun phénomène de déplacement sous l'influence de l'hydrate tétracuivrique. Les solutions de nitrate de manganèse réagissent très difficilement. Dans un seul cas, j'ai pu obtenir la transformation d'une petite portion de l'hydrate en un composé vert, constitué par des lamelles hexagonales, allongées, se groupant souvent par deux; mais la réaction n'a pu se faire totalement. L'analyse de ce composé, privé, par des lavages nombreux, de l'hydrate brun qui lui restait adhérent, a montré qu'il répondait à la formule d'un nitrate mixte



$$(NO^3)^2Mn, 3CuO, 3H^2O.$$

» Je pensais obtenir une action complète en faisant bouillir l'hydrate brun en présence de nitrate de manganèse, ou en élevant la température des diverses solutions mises à réagir. Dans aucun cas je n'ai pu obtenir de nouveau le sel mixte vert. Par contre, en portant à l'ébullition, pendant quelques minutes, une solution de nitrate de manganèse en présence d'hydrate de Péligot, on obtient une poudre verte, formée de petites aiguilles groupées et de petites lamelles. L'analyse montre qu'elle a la formule du nitrate basique mixte précédent.

» V. *Sels de cadmium.* — Dans une solution assez concentrée de nitrate de cadmium, l'hydrate brun donne lentement, à froid, une poudre verte, formée de lamelles hexagonales dérivant d'un prisme hexagonal. Leur formule est



$$(NO^3)^2Cd.CuO, 5H^2O.$$

» L'ébullition de l'hydrate avec une solution de nitrate de cadmium produit plus rapidement le même résultat.

» VI. *Sels de mercure.* — L'hydrate tétracuivrique, mis à froid au contact d'une solution quelconque de nitrate mercurique, s'y dissout, puis en précipite une poudre grise, cristallisée en lamelles clinorhombiques et parfois en prismes hexagonaux.

» Les cristaux ont une biréfringence forte. Leur couleur grise est due à des traces d'hydrate brun qui les souille. Ce corps a la composition d'un nitrate basique de mercure déjà connu, et que j'ai moi-même obtenu par l'action de l'oxyde mercurique sur les solutions aqueuses de nitrate ferrique. Il a pour formule



$$(NO^3)^2 Hg. HgO, H^2O.$$

» Le même composé cristallisé blanc se produit très facilement par addition de l'hydrate bleu à la solution de nitrate mercurique.

» Dans les deux cas, le déplacement du mercure est total et tout le cuivre passe dans la dissolution.

» VII. *Sels de plomb.* — L'action des hydrates de cuivre sur les solutions aqueuses de nitrate de plomb est parallèle à l'action exercée sur le nitrate mercurique. L'hydrate brun donne encore un composé gris, formé de cristaux clinorhombiques isomorphes du nitrate basique de mercure décrit plus haut et ayant une composition semblable



$$(NO^3)^2 Pb. PbO, H^2O.$$

» L'hydrate bleu donne bien plus facilement un corps répondant à cette même formule, sous forme d'une poudre blanche amorphe.

» VIII. *Autres sels.* — Les oxydes de fer et d'aluminium sont totalement déplacés, par les hydrates de cuivre, des solutions de leur azotate. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude des alliages aluminium-fer et aluminium-manganèse.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

« Certains alliages aluminium-fer ont déjà été étudiés par Wœhler et Michel [1]; en traitant le chlorure ferreux par l'aluminium en présence du chlorure sodico-potassique, ils obtinrent une masse métallique qui, traitée par l'acide chlorhydrique dilué, abandonna des cristaux semblant correspondre à $FeAl^2$. M. Roberts-Austen [2] a déterminé la courbe de fusibilité de ces alliages; elle présente un maximum assez peu précis situé entre les points correspondant à l'alliage contenant 50 pour 100 de fer et celui à 40 pour 100 du même métal.

» J'ai repris l'étude systématique des alliages, en réduisant l'oxyde de fer Fe^2O^3 par l'aluminium en présence d'un excès de ce métal. Je me suis servi d'aluminium dit *de thermite* et d'oxyde obtenu en traitant du fer électrolytique par l'eau régale, précipitant par l'ammoniaque et pulvérisant aussi finement que possible le produit ainsi obtenu.

» Voici les résultats généraux auxquels je suis arrivé :

» 1° La limite d'inflammation a lieu pour le mélange qui correspond théoriquement à la formation du composé FeAl. Mais en portant au préalable la masse à 800° environ, dans un four Perrot, on peut reculer la limite d'inflammation jusqu'à la formation théorique du composé $FeAl^4$;

» 2° Toutes ces réactions ont lieu sans perte; elles sont parfois assez lentes;

» 3° On obtient toujours des culots métalliques extrêmement nets, à l'exception toutefois des expériences donnant théoriquement FeAl (à froid) et $FeAl^4$ (à chaud).

» La première de ces deux dernières expériences ne donne qu'un culot de corindon garni de petits cristaux hexagonaux difficiles à séparer de la masse; dans la seconde, on obtient quelques cristaux filiformes mêlés à l'alumine;

---

(1) *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CXV, p. 102.

(2) *Institution of mechanical Engineers*, 1895.

» 4° Les produits préparés ainsi contiennent de 2 à 15 pour 100 d'aluminium libre;

» 5° Tous les culots compris entre les proportions donnant théoriquement FeAl et $Fe^{10}Al$ tombent rapidement en poussière. Ce fait a déjà été observé par M. Roberts-Austen, qui a fait remarquer que cela est dû à une transformation allotropique et non à une oxydation [1]. Tous ces culots contiennent des cristaux tétraédriques que l'on peut aisément isoler à la main, ou mieux en prenant la poudre provenant des culots et en la passant sur un tamis. Ces cristaux correspondent à la formule Fe^2Al^3. Ce composé semble correspondre au maximum de la courbe de fusibilité;

» 6° Tous les culots obtenus dans les expériences comprises entre les proportions correspondant à $FeAl^2$ et $FeAl^4$ donnent de magnifiques cristaux prismatiques dont la longueur atteint souvent 6^{cm} à 8^{cm}.

» Ces cristaux peuvent être aisément séparés de la masse. Ils correspondent à la formule $FeAl^3$.

» J'ai étudié également par la même méthode les alliages aluminium-manganèse. Je rappellerai que Wœhler et Michel préparèrent une combinaison correspondant à la formule $MnAl^3$.

» Je suis parti de Mn^2O^3 aussi pur que possible et d'aluminium dit *de thermite*.

» Les conclusions de ces recherches sont les suivantes :

» 1° La limite d'inflammation correspond au mélange avec lequel on obtiendrait en théorie le composé $MnAl^4$. En chauffant au préalable la matière, on peut reculer la limite d'inflammation jusqu'à $MnAl^6$; mais on n'obtient aucune partie métallique nette;

» 2° Dans toutes ces expériences, il se produit des pertes énormes, qui ont lieu sous forme de protoxyde de manganèse;

» 3° Lorsque l'on fait réagir l'aluminium sur l'oxyde manganique suivant les proportions correspondant à $MnAl^4$, on n'obtient qu'une masse de corindon, dans laquelle se trouvent répartis des rognons métalliques, fort rares d'ailleurs; quelques-uns de ces rognons atteignent cependant un certain volume; ils contiennent alors des cristaux filiformes très nets dont quelques-uns, qui ont pu être séparés de la masse, correspondent à la formule $MnAl^4$;

» 4° Les culots donnés par les proportions théoriques correspondant à $MnAl^3$ et $MnAl^2$ ne paraissent subir aucune altération à l'air; ils semblent

(1) J'ai déjà signalé un fait analogue pour certains alliages aluminium-molybdène.

tous contenir le composé $MnAl^3$, que j'ai pu isoler en traitant le culot broyé par l'acide chlorhydrique étendu;

» 5° Les culots métalliques obtenus dans les expériences comprises entre celles que donneraient théoriquement Mn^2Al et Mn^5Al tombent en poussière très rapidement. Ils contiennent tous un composé parfaitement cristallisé que l'on peut séparer à la main ou avec un tamis et qui correspond à la formule Mn^2Al^3.

» *En résumé*, en réduisant l'oxyde de fer Fe^2O^3 et l'oxyde de manganèse Mn^2O^3 par l'aluminium en présence d'un excès de ce métal, j'ai pu isoler les combinaisons suivantes :



$$Fe^2Al^3, \quad FeAl^3, \quad Mn^2Al^3, \quad MnAl^3, \quad MnAl^4.$$

» Je ferai remarquer la concordance qui existe entre les combinaisons du fer et celles du manganèse avec l'aluminium. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide glycéroarsénique*. Note de M. **V. Auger**, présentée par M. Henri Moissan.

« On ne connaît actuellement que trois éthers de l'acide arsénique. Crafts ([1]), Crafts et Schiff ([2]) ont décrit les éthers neutres triméthylique, triéthylique et triisoamylique, et ont constaté que ces composés étaient immédiatement et complètement hydrolysés au contact de l'eau. Ils remarquent expressément qu'ils n'ont jamais pu observer la formation d'éther-acide.

» M. Pagel a décrit récemment ([3]) un glycéroarséniate de chaux qui semble doué d'une extrême stabilité, puisque, d'après l'auteur, il résisterait au molybdate d'ammoniaque à chaud et en solution acide, et ne précipiterait pas de sulfure d'arsenic sous l'action de l'hydrogène sulfuré. J'ai repris ce Travail pour me rendre compte de cette stabilité de l'éther glycéroarsénique, qui me semblait anormale.

» Malgré tous mes efforts, je n'ai pu parvenir à préparer le glycéroarséniate par le procédé indiqué par M. Pagel, et je suis arrivé à la conclusion que l'acide glycéroarsénique, comme les autres éthers arséniques connus, est immédiatement hydrolysé en présence de l'eau.

([1]) *Bull. Soc. chim.*, t. XIV, p. 99.
([2]) *Liebig's Ann.*, t. CXII, p. 370.
([3]) *Journ. pharm. chim.*, 6e série, t. XIII, p. 449.

» Voici quelques-unes des expériences les plus caractéristiques que j'aie faites à ce sujet :

» En chauffant, pendant 80 heures, $14^g,2$ d'AsO^4H^3 et 10^g de glycérine, à 115°, le mélange perd $2^g,23$ d'eau, soit un peu plus de 1^{mol} ($1^g,8$); l'éthérification semble donc complète. Le produit obtenu, faiblement coloré, solide à froid, a été dissous dans l'eau et saturé par $CaCO^3$, puis par un lait de chaux. La solution filtrée, évaporée dans le vide à 45°, a fourni, après addition de 2^{vol} d'alcool, un précipité pesant $0^g,870$. Ce précipité perd à la calcination $0^g,070$ et par conséquent ne contient qu'une très faible quantité de substance organique. En supposant que cette perte soit due au carbone brûlé, et celui-ci combiné à l'état de glycéroarséniate pur, il n'y aurait eu encore que 0,59 pour 100 d'acide arsénique éthérifié.

» Dans une seconde opération, conduite de la même façon, on a titré, après dilution du produit à l'eau froide, l'acide arsénique non éthérifié. Pour une prise d'essai contenant 0,8187 d'acide arsénique on a retrouvé au titrage 0,815. La différence, 0,45 pour 100, est minime et reste dans les limites des erreurs d'expérience.

» Une éthérification conduite sous la pression réduite de 20^{mm} a montré que le départ d'eau avait lieu, dans ces conditions, avec une extrême rapidité : après 1 heure de chauffe à 150°, la perte de poids du produit correspondait exactement à l'éthérification de deux oxhydriles. Le liquide distillé ne contenait pas trace de glycérine. Le produit formé, répondant à la formule $C^3H^5(OH)AsO^3(OH)$ ou $C^3H^5(OH)^2AsO^3$, est solide, amorphe, blanc. Il se dissout très rapidement dans l'eau avec abaissement de température. La solution, traitée comme il a été indiqué plus haut, n'a fourni que fort peu de produit précipitable à l'alcool et contenant des traces de matière organique.

» J'ai essayé, d'autre part, d'obtenir directement le glycéroarséniate acide de chaux en chauffant ensemble 1^{mol} d'arséniate acide $As^2O^8H^4Ca$ avec 2^{mol} de glycérine. A 150°, dans le vide, la perte d'eau correspond exactement à deux oxhydriles. Le produit obtenu est solide, blanc, déliquescent, et ne laisse pas distiller de glycérine même à 230° sous 20^{mm}. La solution aqueuse titrée a fourni, pour une prise d'essai correspondant à $2^g,99$ de sel monocalcique, 3^g de sel régénéré, ce qui indique bien une hydrolyse totale.

» Enfin j'ai fait l'examen cryoscopique de la solution aqueuse du produit d'éthérification, pour voir si celle-ci contiendrait l'éther-acide.

» 14^g d'AsO^4H^3 sont dissous dans l'eau et additionnés de $9^g,5$ de glycérine. La solution est divisée en deux parts égales. La première portion, amenée à 100^{cm^3} et cryoscopée, fournit un abaissement de 1°,80. La seconde portion, chauffée dans le vide à 150° jusqu'à élimination de $2H^2O$, a été ensuite, après refroidissement, dissoute dans l'eau glacée et amenée à 100^{cm^3}. Elle fournit un abaissement de 1°,78. Cette différence de 0°,02 est tellement faible qu'il est impossible d'admettre la présence de produit éthérifié.

» En résumé, l'acide arsénique et la glycérine réagissent fort bien l'un sur l'autre, en produisant des éthers-acides avec départ de 1^{mol} à 2^{mol}

d'eau, mais le produit obtenu est immédiatement hydrolysé au contact de l'eau froide, ce qui exclut la possibilité de préparation d'un arsénioglycérate par voie humide. »

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'assimilation de l'acide lactique et de la glycérine par l'*Eurotyopsis Gayoni. Note de M. **P. Mazé**, présentée par M. Roux.

« L'*Eurotyopsis Gayoni* étant capable de se nourrir aux dépens des aliments ternaires les plus variés, il était intéressant de rechercher de quelle façon il emprunte son carbone à d'autres substances que le sucre et l'alcool. J'ai examiné dans ce but l'acide lactique et la glycérine.

» L'acide lactique est un produit de fermentation aussi répandu que l'alcool; il peut se former aux dépens des matières azotées, mais le plus souvent il résulte du dédoublement des hexoses suivant l'équation



$$C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3.$$

» La glycérine tient une place peu importante parmi les substances élaborées par les ferments, mais elle joue un grand rôle dans leur alimentation, aussi bien que dans la nutrition des végétaux et des animaux.

» La connaissance du mécanisme de l'incorporation de ces deux composés à la substance vivante présente donc un réel intérêt; mais il est probable qu'il n'est pas le même chez tous les êtres vivants.

» Les expériences résumées dans les Tableaux suivants sont calquées, quant au mode d'exécution, sur celles que j'ai rapportées dans ma Note du 20 janvier 1902.

Tableau I. — *Expérience avec circulation d'air.*

	Acide lactique.		Glycérine.	
	1.	2.	1.	2.
	mg	mg	mg	mg
Poids de plante fabriquée......	192,2	201	413	362,5
Poids d'aliment consommé.....	871,4	832	1162,3	1185
CO^2 dégagé..................	848	822,8	814,1	900
Durée de l'expérience.........	8j	8j	8j	8j

Tableau II. — *Expérience en atmosphère confinée.*

		Acide lactique.	Glycérine.
Poids du mycélium recueilli...		85mg,8	156mg,5
Aliment consommé		309mg,8	409mg,4
CO^2 dégagé	en volume	163cm³,12	132cm³,1
	en poids.......	320mg,76	259mg,77
O absorbé	en volume	155cm³,8	158cm³,4
	en poids.......	222mg,42	226mg,54
Valeur de $\frac{CO^2}{O}$		1,05	0,83
Durée de l'expérience		4j	4j

Tableau III. — *Composition élémentaire du mycélium.*

	Acide lactique.	Glycérine.
C.....................	51,51	51
H.....................	7,24	8
Az....................	4,60	4,67
O + S.................	36,65	36,33
	100,00	100,00

» L'examen de ces Tableaux montre d'abord que l'*Eurotyopsis* consomme plus d'acide lactique, à poids égal de plante, que de glycérine et de sucre (voir *Comptes rendus*, 20 janvier 1902). Il semble qu'avec l'acide lactique on assiste à un processus d'assimilation différent de celui du sucre interverti; mais le mycélium, recueilli sur milieu Raulin à acide lactique, immergé dans une solution à 5 pour 100 de cet acide, le dédouble lentement en alcool et acide carbonique; on trouve en même temps, dans la solution, des quantités dosables d'aldéhyde éthylique; le mycélium immergé dans l'eau distillée ne fournit aucun de ces corps, ce qui prouve bien qu'ils ne résultent pas du dédoublement des hydrates de carbone présents dans le mycélium. De plus, la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ fourni par la culture en atmosphère confinée est très voisine de celle qui a été trouvée pour le sucre. La composition élémentaire du mycélium cultivé sur acide lactique ne diffère pas de celle que présente celui qui a été recueilli sur milieu sucré. On doit en conclure que la fraction d'acide lactique incorporée à la substance vivante est l'alcool qui doit être préalablement oxydé et transformé en aldéhyde; mais l'*Eurotyopsis* développé sur un milieu

renfermant 5 pour 100 d'acide lactique consomme plus pour son entretien que sur un milieu sucré.

» Avec la glycérine, on se rapproche davantage de l'alimentation hydrocarbonée, si l'on ne considère que les relations entre le poids de plante fabriquée, le poids d'aliment consommé et la quantité de CO^2 dégagé; mais la valeur du rapport $\frac{CO^2}{O}$ montre qu'il y a une plus grande quantité d'oxygène absorbé à poids égal de mycélium développé.

» De plus, le mycélium immergé dans une solution de glycérine à 10 pour 100 ne fournit aucun produit de dédoublement. Mais M. Laborde a montré que l'*Eurotyopsis* consomme aussi bien la mannite que le sucre et la fait fermenter avec la même facilité en donnant de l'alcool et de l'acide carbonique.

» La glycérine, homologue de la mannite, doit donc perdre, comme elle, 2^{at} de H avant de subir de nouvelles transformations; l'hydrogène est détaché par voie d'oxydation, car on n'en trouve pas de trace dans les cultures en atmosphère confinée; c'est ce qui explique l'excédent de O absorbé. La composition centésimale du mycélium est tout à fait comparable à celle du champignon recueilli sur du sucre, de l'alcool ou de l'acide lactique.

» Tous ces faits montrent qu'un organisme comme l'*Eurotyopsis*, qui est capable d'emprunter les matériaux de son mycélium à des produits variés, semble les ramener, par des transformations préalables, à un processus unique d'assimilation, et conserve ainsi une composition à peu près invariable si l'on prend soin de le recueillir dans des conditions à peu près semblables. »

ZOOLOGIE. — *Sur les modifications et le rôle des organes segmentaires des Syllidiens, à l'époque de la reproduction.* Note de M. **G. Pruvot**, présentée par M. Yves Delage.

« On ne trouve sur ce sujet dans les auteurs que de brèves indications qui se réduisent à ceci : ceux des organes segmentaires qui appartiennent à la région génitale du corps subissent, à l'époque de la reproduction, des modifications qui consistent essentiellement en une augmentation de volume, et qui sont en rapport avec l'émission des produits sexuels. Or, dans ces termes, la proposition est incomplète et en partie inexacte.

» Chez toutes les espèces que j'ai examinées, la femelle n'a jamais

montré de transformation ni d'augmentation de taille notable dans les organes segmentaires des segments ovigères. L'organe conserve toujours, comme dans les segments dépourvus de produits génitaux, la forme d'un tube cylindrique, arqué, à parois minces et ciliées, s'ouvrant au dehors contre le bord externe du muscle longitudinal ventral et débouchant, d'autre part, dans la cavité du segment antérieur, par un petit orifice non développé en pavillon distinct. Seulement, après la ponte, l'organe se montre parfois déformé, avec ses parois distendues et affaissées. Chez le stolon femelle (*Sacconereis*) des Autolytes, il se développe de plus, près de l'orifice de sortie, une rosette de grosses cellules glandulaires, piriformes, très colorables, qui insinuent leurs pointes entre les cellules du canal segmentaire et qui servent à former le *sac d'incubation* de la Sacconéréide en enduisant les œufs de leur mucus au passage pour les maintenir agglutinés.

» Chez tous les mâles, en revanche, il se produit, à l'approche de la maturité sexuelle, une transformation spéciale dans un certain nombre des organes segmentaires. Je l'ai trouvée à son maximum dans le stolon de *Syllis vittata*. Là, l'organe s'est dilaté en une poche volumineuse, bosselée et repliée sur elle-même en forme de cornemuse, occupant la presque totalité de la cavité générale. Un fort sphincter musculaire s'est développé autour de l'orifice externe, et la portion antérieure de la poche, étranglée par le dissépiment, s'épanouit à sa surface en un large pavillon bilabié et fortement cilié. La paroi proprement dite de l'organe est très mince, réduite à une basale à la surface externe de laquelle sont déposées de nombreuses granulations pigmentaires. Mais elle est doublée d'une couche d'organites singuliers qui oblitèrent presque en entier la cavité de l'organe. Ce sont des tubes courts, de 10^{μ} à 15^{μ} de diamètre, paraissant toujours ouverts à une extrémité, mais fermés et épaissis du côté de la basale. Leur paroi est formée d'une substance homogène, transparente et réfringente, se comportant vis-à-vis des colorants comme la chitine. Plusieurs s'ouvrent parfois l'un dans l'autre, formant de grandes vésicules bosselées et irrégulières. Ils sont rigides et nullement déformés par la pression des éléments voisins. Entre eux, on trouve çà et là des cellules plus petites qu'eux-mêmes (8^{μ} à 10^{μ} de diamètre), à protoplasma et à noyau refoulés contre la paroi, et à cavité occupée par une ou plusieurs vacuoles qui nous éclairent sur l'origine de ces éléments. Ils résultent de la transformation des cellules épithéliales de l'organe segmentaire. Il apparaît au début dans celles-ci une ou plusieurs vacuoles qui refoulent le protoplasma et le noyau

contre la paroi et dilatent la cellule qui finit par se rompre; l'organite est formé par la chitinisation de la paroi cellulaire et du protoplasma qui la double, et l'on trouve souvent dans le fond épaissi un petit corps rond de 2^{μ} de diamètre qui paraît être le reste du noyau.

» Même chez les individus arrivés à maturité complète, on ne trouve, à l'intérieur de la poche segmentaire, qu'un très petit nombre de spermatozoïdes, tandis que la masse de ceux-ci, pressés au dehors dans ce qui reste de la cavité générale, dessine sur les coupes une ligne sombre autour de la paroi.

» Chez les autres Syllidiens, je n'ai jamais rencontré un accroissement de volume aussi prononcé, ni une transformation aussi complète de l'épithélium. Mais tous les états observés paraissent être des étapes de celui-ci. Il y a toujours développement du large pavillon segmentaire ouvert dans le segment précédent, notable augmentation de l'organe et transformation en poche recourbée, avec sphincter musculaire à son orifice externe. La cavité de l'organe est réduite, non par suite d'une multiplication réelle des cellules, mais parce que chacune se vacuolarise, se dilate beaucoup et se transforme en une grande vésicule creuse, à paroi épaissie, doublée seulement d'un mince vernis protoplasmique, avec noyaux aplatis aux points nodaux du réseau que l'ensemble figure sur les coupes. L'organe transformé n'est jamais glandulaire; il a un aspect résistant et élastique, et éveille l'idée d'un rôle purement mécanique.

» La modification des organes segmentaires n'est pas liée rigoureusement à la présence des produits sexuels (Exemple : *Syllis hamata*, où ils ne se développent pas dans le stolon). Mais elle ne se produit jamais que dans une portion du corps où les muscles ont subi aussi une transformation en vue de la locomotion rapide caractéristique des formes épigames, transformation qui consiste en la dissociation de chaque fibre musculaire en fines fibrilles à bords parallèles et à réfringence accrue.

» Il résulte de ces faits que l'organe segmentaire modifié joue, avant tout, un rôle mécanique comme adjuvant de la locomotion, qui est particulièrement activée chez les stolons mâles. Par sa transformation en une masse volumineuse, résistante et élastique, il donne au corps une certaine rigidité et il fournit un point d'appui aux muscles locomoteurs, ainsi qu'à l'appareil sétigère.

» Mais il sert aussi à l'expulsion des spermatozoïdes. Celle-ci se fait en trois temps : 1° relâchement de tout l'appareil musculaire; la poche segmentaire se dilate en vertu de son élasticité propre, et les spermatozoïdes

pénètrent par le pavillon de la cavité générale dans son intérieur; 2° contraction de tous les muscles; la contraction du dissépiment ferme la communication avec le pavillon et, par conséquent, avec la cavité du segment d'où proviennent les spermatozoïdes, la contraction du sphincter terminal leur ferme toute issue, et la contraction des muscles généraux de la paroi du corps détermine une augmentation de pression dans la poche; 3° relâchement du sphincter externe et alors, sous la pression des autres muscles, les spermatozoïdes sont expulsés en un jet rapide, qui contraste avec le dépôt lent des œufs un à un par la femelle. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur le mécanisme intime de la formation de la* Pourpre. Note de M. **Raphael Dubois.**

« Depuis la plus haute antiquité, on sait que la matière colorante désignée sous le nom de *Pourpre* ne préexiste pas chez les Mollusques marins qui la produisent. En 1736, Duhamel a démontré expérimentalement qu'elle prend naissance sous l'influence des radiations solaires, ce qui a été vérifié, en 1859, par M. de Lacaze-Duthiers. En 1889 et 1890, M. Augustin Letellier a publié sur ce sujet des recherches très importantes. Ce savant distingué a extrait de la glande à pourpre (1) trois substances : l'une fixe, les deux autres *photogéniques* (2), l'une rouge et l'autre bleu foncé, se formant sous l'influence de la lumière par un phénomène de réduction, et non d'oxydation, comme on l'avait autrefois prétendu.

» J'ai cherché le mécanisme par lequel prennent naissance les substances qui engendrent, sous l'influence de la lumière, les pigments rouge et bleu, dont le mélange constitue la *Pourpre;* l'expérience suivante permet de le comprendre.

» On détache rapidement les glandes à pourpre du *Murex brandaris*, en évitant les meurtrissures et en opérant à une lumière faible : on les broie *aussitôt* avec du sable de grès lavé, bien sec, et de l'alcool absolu : il faut opérer rapidement. Le magma obtenu est jeté sur un filtre, lavé avec soin à l'alcool absolu, dans l'obscurité. Le liquide alcoolique, filtré au papier fin, est exposé à la lumière et filtré de nouveau,

---

(1) A. Letellier, *Recherches sur la pourpre produite par le* Purpura lapillus (*Arch. de Zool. exp.*, 1890, n° 3, p. 262-263).

(2) Cette expression doit s'appliquer exclusivement aux substances qui produisent de la lumière; le mot *photogénées* me paraît préférable.

pour séparer une petite quantité de matière insoluble colorée qui a pris naissance, malgré les précautions indiquées ci-dessus. Le nouveau filtrat est évaporé au bain-marie ou à l'air libre. Quand il est très réduit, on en imbibe des fragments de papier filtre, qui ne se colorent pas à la lumière, même s'ils sont humectés d'eau, lorsque l'opération a été bien conduite.

» La partie restée sur le filtre est délayée avec de l'eau chloroformée, avec laquelle elle est laissée en contact pendant 12 heures : on agite fortement de temps en temps, puis on jette sur un filtre et on lave à l'eau chloroformée, avec soin. Cette opération doit être faite à l'obscurité. La matière blanche insoluble est délayée dans un mélange à parties égales d'eau et de glycérine pure, on laisse reposer quelques instants et l'on décante pour séparer le sable de grès du liquide louche qui le surnage. Ce dernier ne se colore pas à la lumière, mais si l'on en laisse tomber une goutte sur le papier préparé comme il a été dit plus haut, et imbibé d'eau, on voit apparaître au point touché, au bout d'un temps variable avec l'intensité de la lumière solaire, une tache *pourpre*.

» Si ce liquide a été préalablement chauffé à l'autoclave à 120°, la réaction n'a plus lieu.

» Donc l'alcool suspend et la chaleur supprime l'activité d'une substance active contenue dans le mélange glycériné. A l'aide du microscope, on constate que celui-ci contient une foule de granulations présentant les caractères de celles que j'ai décrites sous le nom de *vacuolides* dans les organes photogènes des animaux lumineux.

» Je n'ai pu isoler du liquide glycériné, par aucun dissolvant neutre, acide ou basique, la moindre trace de substance active, et je suis conduit à admettre que ce sont ces granulations qui constituent la partie active. Elles sont assez volumineuses pour ne pas traverser les filtres de papier, mais beaucoup de zymases qui, pour moi, sont également formées de fines granulations bioprotéoniques, sont arrêtées, en totalité ou en partie, par les filtres fins. C'est cette particularité qui, peut-être, a fait méconnaître l'existence de ferments appelés improprement *ferments solubles* là où ils existent cependant et il y aurait peut-être lieu de distinguer des *microzymases* et des *macrozymases*.

» Pour la macrozymase de la Pourpre, je propose le nom de *purpurase* et, provisoirement, celui de *purpurine*, pour la ou les substances sensibles à la lumière dont elle provoque la formation, par analogie avec les substances photogènes productrices de lumière, que j'ai nommées *luciférase* et *luciférine*.

» Si l'homologie entre la glande à Pourpre des Gastéropodes et les glandes photogènes de la Pholade dactyle est évidente, leur analogie physiologique ne l'est pas moins : elle est des plus curieuses, ainsi que je

le montrerai dans un prochain Mémoire; seulement, dans le cas de la Pourpre, il y a absorption d'énergie lumineuse, avec phénomènes de réduction; tandis que dans la photogénèse, chez la Pholade, il y a émission de lumière avec phénomènes d'oxydation. Ces résultats comportent des développements importants, au point de vue de l'énergétique biologique, qui ne peuvent trouver place dans cette Note. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur les effets physiologiques du poison des filaments pêcheurs et des tentacules des Cœlentérés* (hypnotoxine). Note de MM. **P. Portier** et **Charles Richet**.

« Au cours de l'expédition scientifique dirigée par le Prince Albert Ier de Monaco, nous avons pu étudier le poison contenu dans les filaments pêcheurs des Physalies.

» On sait que ces longs filaments sont pourvus de batteries de nématocystes, capturant les proies nageant dans le voisinage de l'animal; leur action sur la peau de l'homme produit des effets urticants intenses.

» L'extrait aqueux, obtenu en broyant ces filaments avec du sable, donne un liquide coagulable par la chaleur, plus ou moins filtrable, coloré en bleu foncé, et dont les propriétés toxiques sont manifestes.

» Sans pouvoir donner de chiffres bien précis, 2g de filaments frais suffisent à tuer en 1 heure un pigeon de 300g. La plupart de nos expériences ont été faites sur les pigeons injectés dans le grand pectoral.

» La toxine étudiée est détruite aux environs de 55°; elle ne dialyse pas; elle est précipitée par l'alcool; le précipité, rapidement séparé de l'alcool et redissous dans l'eau, donne un liquide doué de propriétés toxiques, identiques à celles du liquide primitif.

» Les effets de cette toxine sont singuliers. Elle ne produit aucune douleur au point d'inoculation; elle est plutôt anesthésique qu'hyperesthésique. Si la dose a été suffisante, l'animal, au bout de 15 à 30 minutes, est plongé dans une somnolence invincible, il ne réagit que difficilement aux excitations psychiques, il est comme engourdi et indifférent à tout ce qui l'entoure. Des excitations fortes parviennent à le tirer de cette torpeur; mais, après avoir fait quelques mouvements, il retombe dans cet état de demi-coma. Le cœur est accéléré, la sensibilité est presque complètement abolie; la station est titubante, les yeux sont demi-clos, et ce qui domine la scène, c'est l'affaiblissement de toute spontanéité d'ordre psychique. Il y a presque toujours un peu de ténesme rectal et de diarrhée. La température baisse de 2 ou 3 degrés.

» Si la dose est plus forte, les effets d'impuissance motrice et de somnolence sont plus rapides et plus intenses et la mort survient par un arrêt respiratoire qui succède à une période de respirations précipitées et presque asphyxiques.

» Des effets analogues ont été obtenus en opérant sur les cobayes, les canards et les grenouilles.

» Étant donnés ces effets hypnotiques qui paraissent spéciaux à cette sorte de toxine, nous proposons de lui donner le nom d'*hypnotoxine*, qui indique nettement son effet principal.

» Les autres groupes de Cœlentérés : Méduses, Actinies, Vélelles, possèdent des nématocystes analogues à ceux des Physalies; sécrètent-ils aussi une hypnotoxine? L'expérience directe nous a permis de l'établir.

» En effet, avec l'extrait glycériné des tentacules de ces organismes, nous avons obtenu des effets très analogues, sinon identiques, à ceux de l'hypnotoxine des Physalies. En particulier, nous avons pu étudier avec détails les très curieux effets produits chez le chien par l'injection intraveineuse de l'extrait glycériné des tentacules des Actinies. Nous publierons prochainement les résultats de cette étude.

» Si maintenant l'on compare ces effets paralysants et hypnotiques de la toxine au rôle biologique des tentacules, on voit qu'il y a adaptation parfaite au genre de vie de l'animal.

» Ainsi que nous l'avons constaté directement, dès qu'une grenouille ou un poisson arrive au contact des filaments urticants des Physalies, au lieu de se débattre et de fuir, ce qu'il pourrait facilement faire, semble-t-il, il est comme sidéré et immobilisé, si bien qu'il peut être, sans résistance de sa part, amené au contact des organes digestifs. Depuis longtemps on avait observé des faits analogues avec les Actinies, mais sans cependant étudier l'action physiologique de ce poison.

» Nous proposons d'appeler *hypnotoxines* cette famille de toxines ou de venins qui immobilisent, paralysent et insensibilisent avant de tuer.

» Ce sont des poisons qui portent primitivement leur action sur les fonctions psychiques du système nerveux central, pour engourdir l'animal et supprimer sa résistance. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Les chaînes de divergeants fermés et d'apolaires des Filicinées*. Note de MM. C.-Eg. Bertrand et F. Cornaille.

« 1. La chaîne réceptrice d'un divergeant fermé ou d'une apolaire peut se présenter réduite à l'état de divergeant fermé ou de pièce apolaire. On prévoit ainsi la formation de chaînes de divergeants fermés et d'apolaires, c'est-à-dire *la formation régulière de masses libéroligneuses primaires,*

à trachées intérieures, ou même sans trachées, les trachées occupant une position rigoureusement définie dans l'ensemble quand elles existent. Ces sortes de chaînes jouent un rôle prépondérant dans la constitution des pièces réparatrices des stipes.

» 2. Deux divergeants fermés $\Upsilon_d^{\alpha}\odot$, $\Upsilon_d^{\beta}\odot$, qui s'ajoutent en *une chaîne continue,* amènent en contact un point du contour externe de leur bois. Ce point devient centre de figure commun au système des deux divergeants. Quand le bois présente une incision, elle se fait sur le centre de figure commun et met en communication les amytomes, ou libers internes, des deux divergeants. *Le résultat est une chaîne binaire fermée à deux faisceaux bipolaires inégaux.* Elle se réduit facilement à un seul divergeant fermé par extinction de son petit faisceau. *Exemples :* La région d'union d'un système de deux divergeants fermés médullaires du stipe d'*Alsophila eriocarpa,* qui se prolonge inférieurement par un seul divergeant fermé. La région d'union de deux divergeants fermés du système accessoire périphérique dans la partie dorsale du stipe de *Lomariopsis fraxinifolia.*

» Lorsque les deux divergeants $\Upsilon_d^{\alpha}\odot$, $\Upsilon_d^{\beta}\odot$ restent fermés, *le résultat de leur jonction est une chaîne continue de deux divergeants fermés,* c'est-à-dire *une masse libéroligneuse primaire à deux pôles trachéens doubles, intérieurs au bois, recouverte de liber externe. Exemple :* L'anastomose dorsale externe d'un stolon moyen de *Pteris aquilina.*

» 3. Quand un divergeant fermé $\Upsilon_d^{\gamma}\odot$ s'ajoute sur un seul terme $\Upsilon_d^{\beta}\odot$ d'une chaîne binaire continue de divergeants fermés $\Upsilon_d^{\alpha}\odot\Upsilon_d^{\beta}\odot$, $\Upsilon_d^{\gamma}\odot$ s'unit à $\Upsilon_d^{\beta}\odot$ comme si celui-ci était seul, le point de contact des bois devenant centre de figure du système $\Upsilon_d^{\beta}\odot\Upsilon_d^{\gamma}\odot$. Le divergeant intermédiaire de la chaîne ternaire semble alors avoir deux centres de figure, l'un propre au système $\Upsilon_d^{\alpha}\odot\Upsilon_d^{\beta}\odot$, l'autre propre au système $\Upsilon_d^{\beta}\odot\Upsilon_d^{\gamma}\odot$. C'est-à-dire que $\Upsilon_d^{\beta}\odot$ fonctionne par rapport aux deux autres divergeants indépendamment des rapports qu'il a déjà contractés. De là, une très grande mobilité dans les rapports des pièces libéroligneuses des Filicinées. Le résultat est : ou bien *une chaîne ternaire continue de divergeants fermés,* ou bien *une chaîne ternaire fermée,* lorsqu'il s'est produit des incisions sur les centres de figure. On obtient, par le même procédé, des *chaînes continues de* 4, 5, ... *k divergeants fermés*, ou bien, quand il y a des incisions sur les points de contact des bois, *une chaîne fermée de* 4, 5, ... *k termes.*

» 4. Un divergeant fermé $\Upsilon_d^{\nu}\odot$, qui s'ajoute sur une chaîne continue de divergeants fermés, peut toucher simultanément deux termes de cette chaîne. Il s'ajoute à chacun des termes touchés comme s'il était complète-

ment libre, c'est-à-dire sans modifier les rapports qu'il a déjà, ou qu'il aura, avec les autres termes de la chaîne. Deux des résultats produits par ce mode d'agencement sont plus particulièrement intéressants par leur fréquence. $\Upsilon_d^{\nu}\odot$ peut venir clore une chaîne qui décrit une courbe fermée en s'appuyant sur ses deux divergeants extrêmes $\Upsilon_{dg}^{b}\odot$, $\Upsilon_{dd}^{b}\odot$; $\Upsilon_d^{\nu}\odot$ peut aussi se poser sur deux divergeants consécutifs $\Upsilon_d^{h}\odot$, $\Upsilon_d^{(h+1)}\odot$, d'une chaîne. Dans le premier cas, les contacts $\Upsilon_{dd}^{b}\odot\ \Upsilon_d^{\nu}\odot$, $\Upsilon_d^{\nu}\bigcirc\ \Upsilon_{dg}^{b}\odot$ créent les deux centres de figure qui viennent clore l'*anneau de divergeants fermés* (¹). Dans le second cas, l'apport du divergeant $\Upsilon_d^{\nu}\odot$ détermine la formation de deux centres de figure $\gamma_d^{h\nu}$, $\gamma_d^{\nu(h+1)}$, très voisins l'un de l'autre, et voisins du centre $\gamma^{h(h+1)}$ dépendant de la chaîne principale. On a donc alors *une petite boucle appendue à la chaîne principale*.

» 5. Deux pièces apolaires $A_d^{\alpha}\bigcirc$, $A_d^{\beta}\bigcirc$ s'ajoutent l'une à l'autre comme deux divergeants fermés. Les masses ligneuses ne s'ouvrent pas. Elles se fondent en une masse plus grosse de métaxylème revêtue de liber externe. *Présenté sous forme condensée, le résultat est une apolaire unique.* Mais il y a souvent un très grand intérêt à y conserver l'indication des pièces constituantes, parce qu'on spécifie ainsi les points d'apparition possibles des groupes trachéens. On a alors *une chaîne binaire d'apolaires*.

» 6. Par un procédé additif semblable à celui du paragraphe 3, nous formerons *des chaînes de* 3, 4, ... *k pièces apolaires. Sous forme condensée, c'est encore une pièce apolaire unique. Exemples :* La portion du premier anneau libéroligneux intérieur du stipe de *Matonia pectinata* comprise entre les extrémités des ailes du divergeant qui le ferme; la portion de l'arc libéroligneux du stipe de *Botrychium Lunaria* comprise entre les rayons vecteurs C(N + I), C(N + II); la plus grande partie de l'arc ventral du stipe d'*Helminthostachys* comprise entre les rayons vecteurs C(2 N) et C (2 N + I) (²); la chaîne comprise entre le bord gauche de la fronde (N) et le bord droit de la trace (N + I) dans le stipe d'*Alsophila eriocarpa* (³).

(¹) L'incision des bois dans un pareil ensemble produit la figure si curieuse du *double anneau ligneux tapissé de liber externe sur ses deux faces*. L'anneau ligneux externe porte seul les points trachéens sur sa face interne. L'anneau ligneux interne est exclusivement formé de grands vaisseaux. Aucune de nos Filicinées actuelles n'a conservé ce dispositif à l'état de pureté.

(²) Chez ces Ophioglossées, le liber externe, enfermé dans l'intérieur de la chaîne d'apolaires, est réduit à des fibres primitives.

(³) P. Lachmann, *Racine des Fougères*, *fig.* 7 A, p. 97, le grand massif inférieur.

» 7. De même encore une apolaire s'ajoute simultanément à deux termes d'une chaîne d'apolaires en produisant un *anneau apolaire* comme celui du stipe de *Microlepia platyphylla* dans la moitié supérieure du segment (2 N — I), ou une *boucle à œil fermé sur le contour d'une chaîne apolaire*.

» 8. Une apolaire $A_d^\beta \bigcirc$ s'ajoute sur un divergeant fermé $\Upsilon_d^\alpha \odot$ comme sur une apolaire. Il ne se fait pas d'incision sur le bois, le métaxylème de l'apolaire se fond peu à peu dans celui du divergeant dont il paraît un épaississement local. Présenté sous forme condensée, *le résultat est un seul divergeant*. Présenté sous forme dilatée, c'est une *chaîne binaire d'un divergeant fermé et d'une apolaire*. On aura des chaînes de 3, 4... *k* termes, dont certains sont des divergeants fermés et les autres des apolaires. Les centres de figure sont aux points de contact des divergeants. Lorsque deux divergeants sont séparés par une apolaire, celle-ci apparaît comme un trait d'union entre les deux moitiés d'un centre de figure très élargi. On aura aussi *une petite boucle à œil fermé, ou à œil ouvert, appendue au contour d'une chaîne de divergeants fermés et d'apolaires*, et un *anneau de divergeants fermés et d'apolaires. Exemples :* La masse libéroligneuse annulaire de presque tous les stipes dits *solénostéliques;* la masse libéroligneuse des stipes à bois plein. »

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le dépérissement des Vignes causé par un acarien, le* Cœpophagus echinopus. Note de MM. **L. Mangin** et **P. Viala**, présentée par M. Guignard.

« Notre attention a été attirée, dès 1895, sur le dépérissement de Vignes plantées en terrain bas tourbeux ou argileux de la Provence. La maladie observée, différente de toutes celles qui ont été décrites par les caractères pathologiques des plants attaqués, est produite par un acarien, le *Cœpophagus echinopus*. Répandu dans tous les sols qui renferment des détritus végétaux, cet acarien était décrit jusqu'ici comme un saprophyte, bien que l'un de nous l'eût signalé déjà, dans les bulbes de Jacinthe envahis par les anguillules en Provence, comme capable d'accélérer le dépérissement des bulbes contaminés.

» Les observations que nous avons poursuivies pendant plusieurs années nous ont montré que le *Cœpophagus* n'attaque pas immédiatement les Vignes saines et bien résistantes. Mais si le sol est peu perméable, compact et humide, le système radical

se développe mal; les radicelles sont moins nombreuses qu'à l'état normal; les racines moyennes présentent un parenchyme cortical hypertrophié dont les cellules sont gorgées d'amidon; les thylles normales ou gommeuses sont abondantes et les pousses prennent un aspect souffreteux. C'est alors que l'acarien intervient, ronge les racines en se nourrissant de l'amidon; il se multiplie si rapidement que les racines sont bientôt couvertes, sous le périderme à peine adhérent, de nombreuses galeries remplies d'une poudre brune constituée par les excréments du parasite, et, dans les régions plus profondes, on trouve de nombreux individus à tous les états de développement. La végétation s'affaiblit peu à peu et, au bout de 3 ans, 5 ans au plus, les ceps meurent. Adapté ainsi à des conditions de vie nouvelle, l'acarien devient capable d'attaquer des plants encore vigoureux et, dans l'étendue des taches, on observe tous les passages de l'organisme purement saprophyte à l'organisme parasite. C'est un exemple de parasitisme facultatif.

» Nos études, d'abord limitées à des vignes en terrains marécageux, ont été étendues aux divers vignobles français et à certaines régions de l'étranger : Californie, Chili, Australie, Portugal, Palestine; partout nous avons retrouvé le même acarien. Toujours impuissant en présence de plants vigoureux, il intervient pour hâter la destruction des ceps toutes les fois que leur résistance est amoindrie, soit par un état passager de misère physiologique, soit par l'intervention des parasites tels que le phylloxéra, les anguillules, la cochenille, le pourridié.

» Réservant pour un travail ultérieur l'étude de la résistance phylloxérique et de ses rapports avec l'action combinée du *Cœpophagus echinopus*, nous décrirons seulement dans cette Note les altérations qn'il produit à l'exclusion de tout autre parasite.

» Les points d'attaque dans les parcelles contaminées sont disséminés comme si un essaimage s'était produit; chacun de ces points devient le centre d'une tache qui s'étend plus ou moins irrégulièrement, sans offrir l'extension concentrique des taches phylloxériques. Dans les taches, les ceps présentent d'abord une grande irrégularité dans l'allongement des rameaux; certains exagèrent même leur longueur normale, d'autres restent courts, amincis au sommet; tous sont peu ramifiés, contrairement à ce que l'on observe dans les taches phylloxérées. Au bout de 3 ou 4 ans, les souches ne portent plus que des rameaux courts de 30^{cm}, de 20^{cm} et même de 15^{cm} de longueur, puis bientôt elles ne repoussent plus et meurent; elles s'arrachent alors avec la plus grande facilité, en raison de l'état de décomposition avancée des racines. Les feuilles demeurent petites, minces, à parenchyme cassant; celles des cépages teinturiers rougissent plus tôt que d'habitude. La chlorose observée en sol très calcaire, dans la première période de la végétation, n'a rien de commun avec la présence de l'acarien; car, même dans les taches, les pousses reverdissent en été quand le sol s'est asséché et réchauffé.

» Dans la première année de l'invasion, les fruits mûrissent mal, restent rougeâtres; les grappes deviennent plus lâches et se millerandent; les raisins donnent des moûts peu sucrés et peu acides, et, par suite, des vins faiblement alcooliques, peu chargés en couleur et facilement altérables. 1 ou 2 ans avant la mort de la plante, les fleurs coulent et la fructification est nulle.

» Les transformations morphologiques que nous venons de résumer sont la consé-

quence et la manifestation extérieure des lésions produites par les *Cœpophagus* sur les racines.

» Elles consistent en galeries d'abord superficielles et rares, puis de plus en plus nombreuses et profondes, s'étendant même jusqu'au bois. La plante réagit contre l'envahissement des acariens en construisant dans l'écorce une muraille de liège qui isole les parties envahies des régions intactes, mais cette protection est inefficace et, malgré la production de plusieurs lièges successifs, l'acarien pénètre dans toute l'écorce jusqu'à la zone génératrice et il va même creuser ses galeries dans les rayons médullaires. Les blessures ainsi produites laissent pénétrer des spores diverses, champignons et bactéries, transportées dans les parties les plus profondes par les acariens. La décomposition des tissus devient alors très rapide : dans l'écorce, le ciment de pectate de chaux, la pectose des membranes se dissolvent et donnent lieu à des exsudations gommeuses; dans le bois, les matières incrustantes sont dissoutes sauf dans la lamelle mitoyenne, les fibres sont peu à peu désagrégées et il ne reste plus de la zone ligneuse atteinte qu'un réseau délicat formé par les lamelles mitoyennes; ce réseau disparaît à son tour et des chancres se produisent ainsi, rongeant peu à peu toute la masse ligneuse des racines.

» Pendant cette période ultime de la décomposition, les acariens ont disparu pour attaquer des régions nouvelles et l'on ne trouve plus au milieu des débris de tissus qu'une poussière brune renfermant les excréments caractéristiques des parasites.

» Les divers cépages sont plus ou moins résistants aux atteintes du *Cœpophagus;* la variété la plus rapidement détruite est le Terret-Bourret, puis viennent par ordre de moindre résistance : Petit-Bouschet, Aramon, Alicante-Bouschet, Grand-Noir de la Calmette, Caunoise. Parmi ceux qui dépérissent le moins rapidement et aussi par ordre de moindre résistance, nous citerons Carignan, Espar, Panse. Enfin, les vignes américaines, espèces pures ou hybrides américo-américains, sont peu ou pas attaquées.

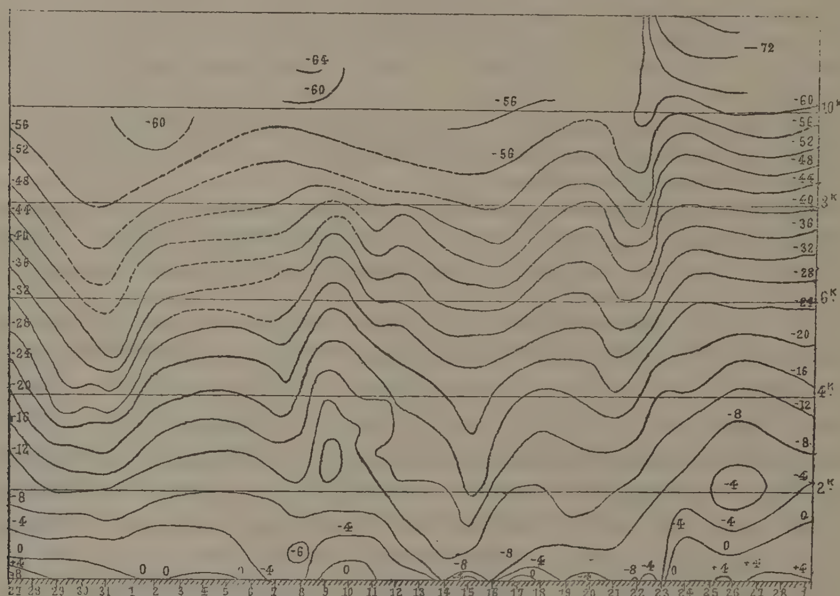
» La submersion des parcelles envahies n'a donné aucun résultat, elle a plutôt aggravé le mal. Le sulfocarbonate de potassium s'est montré inefficace, seul le sulfure de carbone appliqué à raison de 300^{kg} à l'hectare en un seul traitement, ou mieux en deux traitements à 200^{kg} de sulfure chacun, a enrayé complètement l'extension du parasite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude des variations journalières des éléments météorologiques dans l'atmosphère.* Note de M. L. Teisserenc de Bort, présentée par M. Mascart.

« Les études faites depuis quelques années, grâce à l'emploi des cerfs-volants et ballons-sondes, ont montré que les variations des éléments météorologiques dans la verticale sont, dans certains cas, très rapides

et peuvent affecter des couches très différentes; d'où la nécessité de procéder à des sondages répétés, ou mieux, continus, afin de déterminer la relation entre ces diverses variations.

» Nous avons fait dans ce sens quelques tentatives à l'Observatoire de Météorologie dynamique et je demande à l'Académie la permission de lui soumettre les courbes avec lesquelles on a pu, pour la première fois, représenter avec quelque précision la variation de la température pendant plusieurs semaines. J'analyserai rapidement ces courbes.



Isothermes au-dessus de la région de Paris dans l'atmosphère libre,
du 27 janvier au 1er mars 1901.

« La période considérée débute au moment de l'envahissement de nos régions par une aire de basses pressions avec tempête d'ouest. La température au sol est en hausse depuis le commencement de cette période et son maximum $+10^\circ$ se produit le 27 janvier. Dans l'atmosphère; la température s'abaisse sous l'influence de la détente de l'air appelé dans le tourbillon; et le 29, jour où il se produit des giboulées de grésil et de neige, on constate une décroissance de $0^\circ,8$ par 100^m par vents de nord-ouest. Une hausse de température considérable se produit à la suite du grand tourbillon, mais le régime reste à peu près le même avec bourrasques. Un peu plus tard, le 7, les hautes pressions venant à l'arrière des dépressions, occupent de nouveau nos régions et leur premier effet, par apport d'air froid du nord, est de faire baisser la température au sol (minimum $-5^\circ,4$ le 5 et $-8^\circ,9$ le 8). Puis le vent passant au

sud en même temps que le ciel se couvre, le refroidissement par rayonnement est empêché et les rayons du soleil arrêtés par les nuages bas qu'ils échauffent déterminent une inversion de la température bien marquée. Cette inversion se voit sur nos courbes le 9 et le 10 et cesse le 11 en même temps que le ciel se découvre; dans les zones élevées, on voit apparaître de basses températures : — 64°.

» Le ciel s'éclaircit dans l'après-midi du 11, en même temps que les vents inférieurs tournent au nord-est. Le 13, la température s'abaisse surtout dans les régions inférieures. La situation générale avec hautes pressions sur l'ouest de l'Europe persistant, des minima voisins de — 10° s'observent au sol. Cette baisse s'étend jusqu'à plusieurs milliers de mètres (4500^m) et paraît due, d'abord à l'arrivée d'air froid par vent de nord-est fort le 13, puis au rayonnement. Le 16, les vents des régions basses passent à l'ouest et au nord-ouest, sous l'influence d'une dépression qui approche par la Scandinavie; l'effet de ce changement de vent se fait d'abord sentir à quelques kilomètres du sol et tandis que le rayonnement nocturne abaisse la température en bas jusqu'à — 12°, les isothermes comprises entre — 12° et — 20° dans l'atmosphère libre se relèvent par l'arrivée de l'air de l'Océan. Le ciel se couvre du 17 au 18 et la température s'égalise.

» Le 19, les hautes pressions s'établissent de nouveau sur nos régions et le retour des vents de nord-est détermine une baisse de température qui se fait d'abord sentir de 1500^m à 2000^m, puis s'accentue les 21 et 22 dans les hautes régions, tandis que la température remonte de nouveau aux altitudes moyennes.

» Sous l'influence de basses pressions s'avançant par les Iles Britanniques, la température au sol s'élève par l'arrivée brusque des vents d'ouest dans l'après-midi du 23; en même temps, le ciel se couvre et l'inversion thermique ordinaire se produit au-dessus des nuages; d'où la courbe fermée — 6° rencontrée par le ballon du 26, phénomène qui cesse les jours suivants, en même temps que le ciel se découvre. Dans les régions supérieures se montrent des températures très froides de — 70°.

» En résumé, l'analyse de la marche des températures jusqu'à 12^{km} de hauteur fournit, pendant cette période, des exemples très nets des principales causes des variations thermiques dans l'atmosphère :

» 1° Détente de l'air par dépression dans les premiers jours du mois, déterminant des variations adiabatiques avec la hauteur. Le 5 février, au centre même d'une bourrasque avec pluie et neige et partant de 0°, on trouve entre le sol et 5^{km} un décroissement de température de 0°, 53 par 100^m, valeur qui concorde avec celle que donne le calcul pour l'air saturé. A la fin du mois, le 26, on observe entre 8^{km} et 10^{km} une décroissance adiabatique de 1° pour 100^m, avec des pressions relativement hautes, ainsi que cela se produit sur le pourtour des dépressions, quand des mouvements à composante verticale rapide ne sont pas accompagnés de condensation.

» 2° Refroidissement par l'arrivée d'air froid, puis par rayonnement:

froid se caractérisant par ce fait qu'il se limite aux couches d'air inférieures, et s'accompagne d'une décroissance très lente (0,40) malgré la sécheresse de l'air, ce qui indique que les couches tendent à se répartir suivant l'équilibre statique. C'est le mécanisme le plus habituel de la production du froid pendant l'hiver.

» 3° Les inversions produites par la formation des nuages bas et les effets de l'insolation sur ces nuages.

» 4° L'apparition dans la partie élevée de l'atmosphère (11^{km}) dans certaines situations, de températures très basses au-dessus des hautes pressions, phénomène que j'ai signalé pour la première fois il y a trois ans à la Société de Physique et sur lequel je reviendrai prochainement. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'origine et l'âge de la fontaine de Vaucluse.* Note de M. E.-A. Martel, présentée par M. Albert Gaudry.

« MM. Bouvier (*Annales des Ponts et Chaussées*, 1855) et Marius Bouvier (*Comptes rendus de l'A. F. A. S.*, Congrès de Montpellier, 1879) ont définitivement établi que la provenance *actuelle* des eaux de la fontaine de Vaucluse est dans les infiltrations pluviales absorbées par les plateaux calcaires fissurés étendus du mont Ventoux au mont Lubéron : cette théorie, absolument conforme à la structure géologique et à l'hydrologie des calcaires crétacés en général, a été pleinement confirmée par mes premières explorations des avens de Vaucluse (avec M. Gaupillat, en 1892), et par les observations de M. Dyrion (*Mécanisme de la fontaine de Vaucluse*, 1893) et de la Commission météorologique de Vaucluse depuis 1873.

» Une nouvelle série de descentes d'avens et de recherches autour de Sault, effectuées en 1899, grâce à une subvention du Ministère de l'Agriculture, m'a permis d'étudier l'origine *ancienne* et *primitive*, la formation géologique en quelque sorte, de la célèbre fontaine.

» Dès 1894, à propos de certaines pertes de ruisseaux et vallées desséchées des Causses, j'avais formulé (*Les Abîmes*, p. 102, 184, 212, 297) avec une certaine réserve l'hypothèse que, dans ces sortes de vallées, « les tor-
» rents, autrefois plus considérables .... avaient .... à une époque géolo-
» gique antérieure à la nôtre, rencontré, dans les cassures de leur lit, des
» *saignées* sous-fluviales, des *prises d'eau souterraines ;* que les *fuites* ainsi
» pratiquées avaient fini par suffire à l'écoulement contemporain » (par suite de la diminution du ruissellement) et que, de la sorte, « par un phé-

» nomène continu d'érosion, un lit souterrain se serait créé à la place du » lit aérien ».

» La suite de mes explorations souterraines a transformé d'hypothèse en certitude cette notion de la *fuite progressive des eaux dans le sous-sol des régions calcaires* et de *la substitution,* dans ces formations lithologiques, *d'une circulation souterraine actuelle à la circulation superficielle ancienne :* j'en ai cité de topiques exemples à propos de Padirac (Lot; *la Géographie*, mai 1900, et *Journal officiel,* 6 juin 1900), de l'aven Armand (Lozère; *id.*, juillet 1901), du Péloponèse, etc. (*Compte rendu du huitième Congrès géologique*, Paris, 1900). Et M. Fournier a confirmé que l'application de ce principe des *captures souterraines* était très fréquente dans les Causses et le Jura (*Bulletin des Services de la Carte géologique de France*, n° 78, juillet 1900, et *Comptes rendus*, 2 décembre 1901).

» Or, il faut aussi ranger Vaucluse parmi les exemples de ce phénomène et reconnaître que l'enfouissement de la rivière de la *Nesque* a pu être l'une des causes premières de la circulation souterraine de la région.

» En effet, la Nesque actuelle, formée au pied de la colline de Sault par la réunion du ruisseau d'Aurel et des deux torrents (ne coulant qu'après les grandes pluies) de la Croc et de Saint-Guilhem, ne dépasse plus que très rarement les cribles de cailloux où elle se perd, à Monnieux, vers 625^m d'altitude ; mais il résulte de l'aspect de sa vallée, en aval des pertes, qu'elle fut jadis un puissant cours d'eau ayant exécuté un immense travail d'érosion ; cette vallée, depuis Monnieux jusqu'à Méthamis, sur une vingtaine de kilomètres d'étendue, avec une dénivellation totale de 300^m, est un magnifique cañon des plus étroits, dont l'encaissement atteint 300^m au pied du grandiose rocher du Cire ; les divers étages de terrasses et d'encorbellements taillés aux flancs de ses murailles de calcaire aptien inférieur (à facies récifal dit *urgonien*) témoignent de l'abaissement successif et de l'affaiblissement progressif de l'ancien courant disparu ; car, de nos jours, c'est seulement à la suite de précipitations atmosphériques exceptionnelles qu'un torrent s'écoule au fond du cañon. En temps normal, et à l'entrée même de la gorge, toute la Nesque est bue par les fissures du calcaire dès qu'elle abandonne les alluvions modernes et les marnes tongriennes du bassin de Sault ; elle a donc pris le chemin de Vaucluse, elle a délaissé son thalweg aérien pour les aqueducs souterrains inconnus, exactement comme le Saranta-Potamos (Garatès) de Tripolitza (Péloponèse) abandonnant le déversoir du seuil de Verzova pour le Katavothre de Verzova et la résurgence de Benicovi, comme le Fell-Beck d'Ingleborough-Hill

(Angleterre) se détournant de la gorge de Trow-Gill pour s'enfouir dans le gouffre du Gaping-Gill et ressortir à Ingleborough-Cave, etc.

» Il ne serait pas impossible de déterminer à peu près l'âge du cañon de la Nesque; les eaux actuelles n'ont certainement qu'une action approfondissante très faible et il faut reporter au moins aux grands ruissellements pléistocènes (début du quaternaire) le creusement de la partie inférieure de la gorge; or, comme celle-ci est déjà considérablement plus étroite que la partie supérieure, la grande largeur du haut du cañon suffit à dénoncer le travail d'un cours d'eau correspondant à des précipitations atmosphériques si abondantes, qu'il faudrait aller les chercher à l'époque pliocène ou même miocène. On sait, d'autre part, que, tout récemment, M. D. Martin a établi que le petit cañon du Régalon (réduction de celui de la Nesque, et dans les mêmes roches; Lubéron occidental) était déjà complètement creusé, sinon à l'époque de la mollasse miocène (*Comptes rendus*, 16 juillet 1900), du moins à l'époque du pliocène moyen (astien) d'après les fossiles trouvés *en place* dans les grottes du Régalon et déterminés par M. Depéret (*Bulletin de la Société d'études des Hautes-Alpes*, 3e trimestre 1900). Capitale pour l'âge du creusement des vallées et des cavernes, cette découverte de M. D. Martin peut en faire espérer une analogue parmi les replis et les anfractuosités du cañon de la Nesque, dont le seul aspect extérieur dénote déjà au moins deux ou trois degrés différents dans l'intensité du creusement.

» Comme corollaire, des fouilles au fond des avens de Vaucluse (obstrués entre 10^m et 163^m de profondeur) donneraient certainement des termes de comparaison entre l'âge de ces puits naturels, à ce point de vue si énigmatiques encore, et celui des diverses phases d'approfondissement de la Nesque.

» Eux aussi, les abîmes de Vaucluse, peuvent être fort anciens, au moins pliocènes, puisque plusieurs, malgré leur évidente allure de puits absorbants, sont situés (la Sarrière, près Saint-Christol, par exemple), *sur des crêtes* à 150^m ou 200^m au-dessus des plateaux actuels, en des points où n'ont pu atteindre que des dénudations d'âge fort reculé.

» Enfin le rôle des dislocations tertiaires est de nature à donner à ce sujet de précieuses indications : les pertes de la Nesque se sont produites à l'extrémité des failles entre lesquelles s'est effondré le bassin lacustre de Sault; toutes les fractures des plateaux de Vaucluse ont certainement contribué à former les crevasses où se sont creusés les abîmes; et la fontaine elle-même jaillit d'une faille qui amène l'aptien inférieur au

niveau de dépôts miocènes. Comme il résulte des plus récents travaux que les dislocations de la région (voir Leenhardt, Kilian, etc.) se sont prolongées avec plus ou moins d'intensité durant presque toute la période tertiaire, il ne resterait plus qu'à déterminer si l'absorption a commencé avant, pendant ou après le miocène. De toutes façons, les observations ci-dessus permettent de présumer que le creusement des collecteurs souterrains et la *genèse* de la fontaine de Vaucluse sont antérieurs au pléistocène, tout au moins d'âge pliocène, sinon de la fin du miocène. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, devenue vacante par le décès de M. *de Jonquières*, présente la liste suivante :

En première ligne	MM. ALFRED PICARD.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique	LÉON LABBÉ. JULES TANNERY.
En troisième ligne, par ordre alphabétique. . . .	N. GRÉHANT. J. VALLOT.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 JANVIER 1902.

(Suite.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : É. MASCART. 45e année, n° 1, mercredi 1er janvier 1902. 1 feuille in-8°.

Revue générale de Botanique, dirigée par M. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut; t. XIII, n° 155, 15 décembre 1901. Paris, Paul Dupont, 1901; 1 fasc. in-8°.

La Géographie : Bulletin de la Société de Géographie; année 1902, n° 1. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie; t. LIV, n° 1, 17 janvier 1902. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire, publié par le Corps enseignant de l'École d'Alfort; 8e série, t. IX, n° 1, 15 janvier 1902. Paris, Asselin et Houzeau; 1 fasc. in-8°.

Revue bryologique : Bulletin bimestriel, consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 29e année, 1902, n° 1. Th. Husnot, Cahan, par Atis (Orne); 1 fasc. in-8°.

Revue générale de Chimie pure et appliquée. Directeur : GEORGE-F. JAUBERT; 4e année, t. V, n° 1, 12 janvier 1902. Paris; 1 fasc. in-4°.

Journal du Ciel : Bulletin de la Société d'Astronomie, notions populaires d'Astronomie pratique. Directeur : JOSEPH VINOT; 3e série, nos 1349-1350, février-mars 1902. Paris; 1 fasc. in-8°.

Geological map of Iceland, by TH. THORODDSEN, surveyed in the years 1881-1898. Edited by the Carlsberg fund, 1901, scale $\frac{1}{600000}$. Copenhague; 2 feuilles petit-colombier. (Présenté par M. de Lapparent.)

Hourly means of the reading obtained from the self-recording instruments at the five observations unter the Meteorological Council 1898; official n° 151. Londres, 1901; 1 vol. in-8°.

Report of the eighth meeting of the « Australasian Association for the advencement of Science », held at Melbourne, Victoria, 1900; edited by T.-S. Hall. Melbourne, 1900; 1 vol. in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission; Vol. XIX, for 1899. Washington, 1901; 1 vol. in-4°.

Transactions of the Academy of Science of Saint-Louis; Vol. X, nos 9-11; Vol. XI, nos 1-5. Saint-Louis, 1900-1901; 8 fasc. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute, devoted to science and the mechanic arts; 77th year, Vol. CLIII, n° 1, january 1902. Philadelphie; 1 fasc. in-8°.

